

1-1-2016

## **Viabilidad ambiental de la humanaza producida en la Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas como residuo orgánico aprovechable**

María Alejandra Corrales de León  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Jennyfer Montoya Quiroga  
*Universidad de La Salle, Bogotá*

Follow this and additional works at: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria)

---

### **Citación recomendada**

Corrales de León, M. A., & Montoya Quiroga, J. (2016). Viabilidad ambiental de la humanaza producida en la Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas como residuo orgánico aprovechable. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/531](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/531)

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

VIABILIDAD AMBIENTAL DE LA HUMANAZA PRODUCIDA EN LA GRANJA  
ESCUELA AGROECOLÓGICA MUTUALITOS Y MUTUALITAS COMO RESIDUO  
ORGÁNICO APROVECHABLE

MARÍA ALEJANDRA CORRALES DE LEÓN  
JENNYFER MONTOYA QUIROGA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D.C.  
2016

VIABILIDAD AMBIENTAL DE LA HUMANAZA PRODUCIDA EN LA GRANJA  
ESCUELA AGROECOLÓGICA MUTUALITOS Y MUTUALITAS COMO RESIDUO  
ORGÁNICO APROVECHABLE

MARÍA ALEJANDRA CORRALES DE LEÓN  
JENNYFER MONTOYA QUIROGA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

DIRECTORA:  
FRANCY JANET MÉNDEZ CASALLAS  
MICROBIÓLOGA  
MSC. MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

UNIVERSIDAD DE LA SALLE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
BOGOTÁ D.C.

2016

# DEDICATORIA

Al tiempo, que siempre estará ahí incondicionalmente.

María Alejandra Corrales De León

Primordialmente a Dios, por regalarme la vida espiritual, y ayudarme cada día de mi vida en cada paso que doy, porque gracias a su misericordia hoy entiendo su verdad.

A mi mamá y mi papá porque con su apoyo me impulsaron a terminar este largo camino y con su sabiduría me brindan las fuerzas para ser mejor cada día.

A mis hermanas por ser el ejemplo perfecto de amistad y osadía.

A John Fagua, por complementar mi vida y luchar conmigo en cada prueba que se presente.

A María Alejandra Corrales por contagiarme con su alegría y enseñarme que el aprecio se gana no con el tiempo sino con las experiencias compartidas.

Jennyfer Montoya Quiroga

## **AGRADECIMIENTOS**

A Rosa Poveda (Rosita), por permitirnos ejecutar la prueba piloto en La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas, por su paciencia y hospitalidad, además por brindarnos su conocimiento y recibir el nuestro.

A la profesora Francy Méndez, por ayudarnos, acompañarnos, guiarnos y enseñarnos que con la perseverancia y la convicción cualquier meta se puede lograr.

A los laboratorios Biotrends S.A.S y Dr. Calderón, por su cumplimiento y profesionalidad con cada uno de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos requeridos.

A la Universidad de La Salle, por formarnos como profesionales, por mostrar nuestras debilidades académicas y convertirlas en fortalezas.

Gracias a los obstáculos, las dificultades, a los contratiempos, a las alegrías al amor y a la paciencia, sin la fortaleza del alma nada hubiera sido posible.

## RESUMEN

En La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas se utilizan residuos orgánicos aprovechables para la producción de diferentes especies de cultivos para el consumo humano; los residuos que se utilizan son producidos en el mismo lugar, entre ellos están el compostaje, la gallinaza y la humanaza. En el caso de la gallinaza y el compostaje hay estudios técnicos que demuestran que son aptos para la utilización en cultivos y como abonos orgánicos; sin embargo para la humanaza no hay una regulación técnica relacionada con su uso como residuo orgánico aprovechable.

El presente proyecto tuvo como objetivo determinar la viabilidad ambiental del uso de la humanaza como residuo orgánico aprovechable; para ello se realizó una prueba piloto con diferentes proporciones de mezcla entre humanaza y suelo virgen, en un cultivo de *Lactuca sativa* por considerarse como un buen indicador toxicológico (Sobrero et al, 2004).

También se elaboró una matriz cualitativa con los componentes biótico, abiótico y social que junto con los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de la prueba piloto permitieron realizar la valoración de su viabilidad ambiental.

Finalmente se determinó que la humanaza sí puede ser utilizada como residuo orgánico aprovechable, pues cumple con los requerimientos normativos mínimos en cuanto a parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, además la matriz final nos permitió confirmar su viabilidad ambiental, por medio de los componentes biótico, abiótico y social.

**Palabras Clave:** Humanaza, residuo orgánico aprovechable, viabilidad ambiental.

## ABSTRACT

In the Farm School Agroecológica Mutualitos and Mutualitas usable organic waste is used to produce different species of crops for human consumption; used waste are produced in the same place, among them are composting manure and humanaza. In the case of manure and compost are technical studies that demonstrate that they are suitable for use in crops and organic fertilizers; however, for humanaza there is no technical regulation relating to use as usable organic waste.

This project aimed to determine the environmental feasibility of using humanaza as usable organic waste; to do a pilot test with different mixing ratios between humanaza and virgin soil was carried out in a culture of *Lactuca sativa* to be considered a good indicator toxicological (Sobrero et al, 2004).

a qualitative matrix is also prepared with biotic, abiotic and social components which together with the chemical and microbiological results of the pilot allowed for the assessment of its environmental viability.

Finally it was determined that the humanaza itself can be used as usable organic waste, because it meets the minimum regulatory requirements regarding chemical and microbiological parameters in addition the final matrix allowed us to confirm its environmental viability, through the biotic, abiotic components and social.

**Keywords:** Humanaza, usable organic waste, environmental viability.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	15
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
3.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	18
4.	HIPÓTESIS DE TRABAJO .....	18
5.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	19
6.	OBJETIVOS .....	22
6.1	General .....	22
6.2	Específicos .....	22
7.	JUSTIFICACIÓN .....	23
8.	MARCO TEÓRICO.....	24
8.1	Residuos Sólidos .....	24
8.2	Manejo de Excretas .....	26
8.3	Baño Seco.....	27
8.4	Granja Escuela agroecológica Mutualitos y Mutualitas.....	29
8.5	Lechuga ( <i>Lactuca Sativa</i> ).....	32
8.6	Matriz de Impactos Ambientales.....	34
8.7	Agricultura Tradicional .....	35
8.8	Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos en el Suelo .....	37
9.	MARCO LEGAL.....	39
10.	METODOLOGÍA .....	44
10.1	Fase 1 - Exploratoria.....	45
10.2	Fase 2 - Priorización .....	46
10.3	Fase 3 - Experimentación .....	46
10.4	Fase 4 – Toma de decisiones .....	48
11.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	49
11.1	Priorización de parámetros .....	50
11.2	Experimentación.....	52
11.3	Descripción de parámetros .....	53
11.4	Análisis Biométricos.....	54
11.5	Análisis Parámetros Físicoquímicos.....	56
11.5.1	Mezclas entre humanaza y suelo.....	56
11.5.2	Lechuga ( <i>Lactuca Sativa</i> ) .....	66
11.6	Análisis de Parámetros Microbiológicos .....	67



11.6.1	Mezclas entre humanaza y suelo.....	67
11.6.2	Lechuga ( <i>Lactuca Sativa</i> ) .....	67
11.7	Aspecto Social .....	70
11.8	Matriz de viabilidad ambiental .....	73
12.	CONCLUSIONES .....	77
13.	RECOMENDACIONES .....	79
14.	BIBLIOGRAFÍA .....	81
15.	ANEXOS .....	87

## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Etapas de manejo de Residuos sólidos .....	25
<b>Ilustración 2.</b> Funcionamiento baño seco .....	28
<b>Ilustración 3.</b> Ubicación geográfica Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas .....	29
<b>Ilustración 4.</b> Rosita haciendo arreglos en La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas .....	30
<b>Ilustración 5.</b> Ciclo productivo de la lechuga .....	31
<b>Ilustración 6.</b> Lechuga (Lactuca Sativa) .....	33
<b>Ilustración 7.</b> Modelo matriz de evaluación de impactos .....	35
<b>Ilustración 8.</b> Dimensiones del cajón para cultivo piloto de Lactuca Sativa. ....	47
<b>Ilustración 9.</b> Construcción del cajón .....	52
<b>Ilustración 10.</b> Ejemplo del preparado de una de las mezclas (50% suelo – 50% humanaza) .....	52
<b>Ilustración 11.</b> Homogenización de las mezclas .....	52
<b>Ilustración 12.</b> Cajón ubicado dentro del invernadero de La Granja.....	53
<b>Ilustración 13.</b> Riego inicial de las mezclas entre humanaza y suelo virgen .....	53
<b>Ilustración 14.</b> Lechuga resultado final de la fase de experimentación.....	55
<b>Ilustración 15.</b> Diagrama de entradas y salidas del proceso productivo de la humanaza como residuo orgánico aprovechable en un cultivo piloto de Lactuca Sativa. ....	70
<b>Ilustración 16.</b> Prueba piloto Mes N.1 .....	89
<b>Ilustración 17.</b> Prueba piloto Mes N.2.....	89
<b>Ilustración 18.</b> Prueba piloto Mes N.3.....	89
<b>Ilustración 19.</b> Prueba piloto Mes N.4.....	89
<b>Ilustración 20.</b> Resultados fisicoquímicos muestra 1. 100% Humanaza.....	91
<b>Ilustración 21.</b> Resultados fisicoquímicos muestra 2. 75% Humanaza – 25% suelo.....	91
<b>Ilustración 22.</b> Resultados fisicoquímicos muestra 3. 25% Humanaza – 75% suelo.....	92
<b>Ilustración 23.</b> Resultados fisicoquímicos muestra 4. 50% Humanaza – 50% suelo.....	92
<b>Ilustración 24.</b> Resultados fisicoquímicos muestra 5. 100% humanaza.....	93
<b>Ilustración 25.</b> Informe simple, resultados parámetros fisicoquímicos Labs Dr. Calderón ...	95
<b>Ilustración 26.</b> Resultados microbiológicos de la planta.....	97
<b>Ilustración 27.</b> Análisis de Nitrógeno para la lechuga sembrada en 100% humanaza.....	99
<b>Ilustración 28.</b> Análisis de Nitrógeno para la lechuga sembrada en 50% humanaza – 50% suelo .....	99
<b>Ilustración 29.</b> Certificado de calidad Laboratorios Biotrends.....	101
<b>Ilustración 30.</b> Certificado de calidad Labs. Dr. Calderón.....	103
<b>Ilustración 31.</b> Valores de evaluación de parámetros fisicoquímicos, por parte de laboratorios Dr. Calderón.....	107

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comportamiento de la densidad aparente con respecto a cada proporción de mezcla. ....	57
<b>Figura 2.</b> Comportamiento del carbono orgánico con respecto a cada proporción de mezcla. ....	59
<b>Figura 3.</b> Comportamiento del nitrógeno total con respecto a cada proporción de mezcla. ....	60
<b>Figura 4.</b> Comportamiento del fósforo asimilable con respecto a cada proporción de mezcla. ....	61
<b>Figura 5.</b> Comportamiento del potasio con respecto a cada proporción de mezcla. ....	62
<b>Figura 6.</b> Comportamiento de la relación carbono nitrógeno con respecto a cada proporción de mezcla. ....	63
<b>Figura 7.</b> Comportamiento de la capacidad de intercambio catiónico con respecto a cada proporción de mezcla de humanaza. ....	64
<b>Figura 8.</b> Comportamiento del pH con respecto a cada proporción de mezcla de humanaza. ....	65

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de cada uno de los parámetros fisicoquímicos en el proyecto.....	37
<b>Tabla 2.</b> Descripción de cada una de las bacterias mencionadas en el proyecto .....	39
<b>Tabla 3.</b> Leyes aplicables al proyecto .....	40
<b>Tabla 4.</b> Resoluciones aplicables al proyecto .....	40
<b>Tabla 5.</b> Políticas aplicables al proyecto .....	41
<b>Tabla 6.</b> Normas técnicas colombianas aplicables al proyecto .....	42
<b>Tabla 7.</b> Proporciones para la preparación de las mezclas.....	47
<b>Tabla 8.</b> Evaluación de relevancia para parámetros fisicoquímicos .....	50
<b>Tabla 9.</b> Evaluación de relevancia para parámetros microbiológicos.....	51
<b>Tabla 10.</b> Análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados.....	53
<b>Tabla 11.</b> Resultados biométricos de las lechugas en la prueba piloto .....	54
<b>Tabla 12.</b> Evaluación criterios externos de calidad para la lechuga. ....	55
<b>Tabla 13.</b> Nitrógeno medido en la humanaza .....	66
<b>Tabla 14.</b> Presencia o ausencia de bacterias en cada una de las proporciones de mezcla. ....	67
<b>Tabla 15.</b> Conteo específico de bacterias en la lechuga cosechada en 100% humanaza.....	68
<b>Tabla 16.</b> Conteo específico de bacterias en la lechuga cosechada en 50% suelo- 50%humanaza .....	69
<b>Tabla 17.</b> Comparación de los valores teóricos con los valores experimentales de los nutrientes en cada una de las mezclas.....	71
<b>Tabla 18.</b> Valores de calificación para la matriz de viabilidad ambiental .....	73
<b>Tabla 19.</b> Matriz viabilidad ambiental .....	74
<b>Tabla 20.</b> Cumplimiento de la normatividad para humanaza .....	105
<b>Tabla 21.</b> Cumplimiento de la normatividad de la humanaza vs puntaje .....	105

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico de la evolución mensual de la lechuga.....	88
Anexo 2. Resultados fisicoquímicos de las mezclas por parte del laboratorio Dr. Calderón. .	90
Anexo 3. Análisis simple por parte del laboratorio Dr. Calderón .....	94
Anexo 4. Resultados microbiológicos de las plantas por parte del laboratorio Biotrends S.A.S. .....	96
Anexo 5.Resultados de Nitrógeno de las lechugas por parte del laboratorio Biotrends S.A.S. .....	98
Anexo 6. Certificado de calidad de Laboratorios Dr. Calderón .....	100
Anexo 7. Certificado de calidad de Laboratorios Dr. Calderón .....	102
Anexo 8. Tabla de evaluación de los parámetros fisicoquímicos con respecto a la normatividad. ....	104
Anexo 9. Tabla de valores máximos permisibles de parámetros fisicoquímicos por Labs. Dr. Calderón. ....	106
Anexo 10. Encuesta sobre la humanaza a los habitantes de La Granja .....	108

## GLOSARIO

**Alcantarillado:** Sistema de saneamiento más utilizado por su comodidad y el control higiénico en sus hogares. Además que el usuario piensa que se deshace del problema con presionar un botón, desde ese punto ya no es su problema, sino del sistema de tratamiento de aguas (Montecinos & Hecke, 2009). En promedio, se utilizan de 45-100L de agua potable en los hogares, de los cuales el 27% de esta agua se utiliza para bajar la cisterna (Devkota, Schlachter, Anand, Phillips, & Apul, 2013).

**Humanaza:** Producto final obtenido a partir de las excretas humanas. Se considera que para que pueda ser utilizado, debe tener una maduración entre 6 meses y un año. Tiene niveles considerables de Nitrógeno, Potasio y Fósforo (cuyo contenido no se ha disminuido en gran medida debido al concepto de la conservación de la materia), macronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.

**Letrina:** Medio de disposición de excretas accequible para la mayoría de los habitantes de las zonas rurales, pueblos costeros, campamentos mineros, etc. Consta de una fosa que una vez llenada se reemplaza, un asiento generalmente de madera y una caseta de cualquier material (Montecinos & Hecke, 2009).

**Macronutrientes:** Son los nutrientes que deben estar en el suelo en grandes cantidades. Por ejemplo, el nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales representan el 75% de los nutrientes minerales que se encuentran en la planta (Worldagroforestry)

**Plantula:** Es la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrolla las primeras hojas verdaderas (Universidad de Navarra).

**Pozo séptico:** Este sistema combina la comodidad e higiene de la taza de evacuación por agua con una instalación sencilla de disposición de aguas servidas en el mismo terreno del usuario (Montecinos & Hecke, 2009).

**Residuos orgánicos:** Son los restos biodegradables de plantas y animales. Incluyen restos de frutas y verduras y procedentes de la poda de plantas (Clean up the world, 2016).

**Sanitario ecológico seco (SES):** Este sistema de saneamiento convierte el problema de las excretas humanas en un ciclo de aprovechamiento ecológico. Hay de dos tipos, el SES separador y el SES que no separa. Es separador consiste en dos cámaras, una para la recolección de heces y otra para con un tanque para la recolección de orina. El SES que no separa, consta de una sola cámara con pequeños contenedores intercambiables (Castillo, 2002).

**Sustrato:** Materia sólida, diferente al suelo, que permite el anclaje de la planta, siendo el lugar donde se desarrollan las raíces, de donde se obtiene el agua y los nutrientes, para su crecimiento y desarrollo. Comercialmente se encuentran sustratos de tipo orgánico, inorgánico, industrializado y sintético (Plantas y Jardín).

**Turgente:** cuando el vegetal está turgente, se refiere a que está abultado y listo para ser recogido. (RAE, 2014)

**Viabilidad:** Estudio que intenta predecir el eventual éxito o fracaso de un proyecto. Para lograr esto, se parte de datos empíricos (que pueden ser constatados) a los que se accede a través de diversos tipos de investigaciones (encuestas, estadísticas, etc.), en los diferentes ámbitos susceptibles de aplicación (técnico, ambiental, institucional, socioeconómico) (Departamento de Administración y Planeación, 2014).

## 1. INTRODUCCIÓN

El manejo de los residuos sólidos es un tema de interés para las autoridades, instituciones y comunidades, puesto que su mal manejo se identifica como una amenaza a la calidad de vida y salud humana, debido a la proliferación de vectores transmisores de enfermedades. Además, ambientalmente implica un deterioro del paisaje natural y un efecto directo sobre la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas (Bermúdez, 1999).

Los residuos sólidos se dividen en aprovechables, no aprovechables, biodegradables, peligrosos y especiales (Alcaldía de Envigado, 2011). Los residuos biodegradables corresponden a aquellos que pueden degradarse rápidamente, es por esto que son de gran importancia ya que a través del proceso de descomposición se puede elaborar un material llamado compost (Clean up the world, 2013).

Las excretas humanas son un residuo orgánico que debe ser tratado de manera adecuada para evitar que se convierta en un agente contaminante, para lo cual el humano se ha encargado de desarrollar estrategias de saneamiento básico para encargarse de este tipo de problemas. Se han planteado técnicas dentro de las cuales están: la letrina, los sistemas sépticos, los alcantarillados y más recientemente el baño seco (Villa, 2010) y pueden causar problemas como la contaminación de acuíferos excepto el baño seco, ya que es “un sistema que permite la recuperación de nutrientes de las heces y la orina humana en beneficio de la agricultura, contribuyendo así a conservar la fertilidad del suelo, proteger la seguridad alimentaria para las generaciones futuras, reducir al mínimo la contaminación del agua y recuperar la bioenergía... (Villa, 2010)”. El producto final de esta técnica de tratamiento de excreta se llama humanaza, que es una mezcla entre heces fecales y ceniza, esta es almacenada durante un año, con el fin de estabilizar características como el pH y además erradicar las poblaciones de agentes patógenos (Villa, 2010).



El baño seco es una de las técnicas que se pueden utilizar para la agroecología, que es una disciplina en la que la agricultura se maneja desde una perspectiva ecológica, en la que hay un manejo sustentable de los recursos, y que se puede llevar a cabo no sólo en un contexto rural, sino también urbano (Azoteas verdes, 2013).

En la ciudad de Bogotá hay organizaciones no gubernamentales que practican la agricultura urbana y una de estas es La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas, encabezada por Rosa Evelia Poveda Guerrero quien ha generado un modelo de agricultura urbana sostenible, ya que cuenta con un banco de semillas orgánicas y aprovecha los residuos orgánicos de diferentes fuentes y técnicas tales como la gallinaza, la equinaza, la conejaza, el compostaje, el bokashi, la lombricultura y la humanaza. Este último es de gran importancia ya que es un sustrato con alto contenido de macronutrientes, pero que debe ser tratado con especial atención ya que puede contener agentes contaminantes y nocivos para la salud (Poveda, 2008).

Este proyecto buscó determinar la viabilidad ambiental de la humanaza producida en La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas como residuo orgánico aprovechable, en un cultivo piloto de lechuga, por medio de análisis microbiológicos y fisicoquímicos, con el fin de generar una matriz que incluyó el análisis de los componentes biótico, abiótico y social, que ayudaron a establecer sus ventajas y desventajas como residuo orgánico aprovechable.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente la situación de saneamiento básico representa un desafío que deben afrontar las poblaciones, quienes en su mayoría no disponen adecuadamente sus desechos fisiológicos afectando el medio ambiente (recursos naturales como aguas superficiales, subterráneas y el suelo como tal). En la mayoría de los casos los gobiernos solucionan este problema con técnicas como el alcantarillado y las plantas de tratamiento que además de ser alternativas muy costosas, genera otros problemas como los lodos residuales y olores ofensivos.

Aunque se han desarrollado medidas más económicas como las letrinas y los pozos sépticos, éstas también afectan los recursos naturales. Solo hay una alternativa (el baño seco), que permite una efectiva disposición final del residuo que lleva a un cierre del ciclo. Sin embargo hay un desconocimiento de esta alternativa y del manejo del producto final (humanaza).

En La Granja, hay producción y aprovechamiento de humanaza, la cual se utiliza para el cultivo de productos agrícolas, que son ofrecidos a los visitantes (estudiantes y particulares) de La Granja; esta alternativa ha sido enseñada y aplicada en algunos municipios aledaños a Bogotá.

Sin embargo, los dueños de La Granja desconocen las características fisicoquímicas y microbiológicas de la humanaza y el posible riesgo sanitario que puede representar a los consumidores. Por otro lado tampoco existe una reglamentación técnica del uso de la humanaza como residuo orgánico aprovechable que garantice inocuidad de los alimentos, en caso tal de ser utilizada en cultivos para consumo humano.

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Es posible usar la humanaza producida en La Granja como residuo orgánico aprovechable, sin que tenga repercusiones sanitarias?

### **4. HIPÓTESIS DE TRABAJO**

La humanaza producida en La Granja tiene las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas para ser utilizada como residuo orgánico aprovechable en la producción de *Lactuca sativa*.

## **5. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó una búsqueda bibliográfica relacionada con el uso de los baños secos, sus aplicaciones y posibilidades de implementación como estrategia para el manejo adecuado de las excretas humanas y su posible uso como residuo orgánico aprovechable. A nivel Nacional la información consultada es escasa, por tal razón, el referente del presente estudio son las fuentes consultadas a nivel internacional.

### **NACIONAL**

1. Montes, Ana K. Análisis de la contribución de los sanitarios secos al saneamiento básico rural. Caso: vereda chorrillos.

El documento muestra algunas experiencias de baños secos en Colombia y concluye que las condiciones rurales permiten el uso de baños secos generando un impacto positivo calidad de vida de las personas, pero que es necesaria la voluntad política para que se puedan llevar a cabo los proyectos a cabalidad y que los programas de saneamiento básico alternativo se deben llevar de la mano con la comunidad para garantizar la sostenibilidad de los mismos a largo plazo (Montes, 2009).

### **INTERNACIONAL**

1. Quazi, Avizit R., Islam, Refault. The reuse of human excreta in bangladesh.

Esta revisión bibliográfica y el resultado de una serie de entrevistas que se llevan a cabo en Bangladesh para analizar el modo y las razones por las cuales se reutiliza la excreta humana. Llega a la conclusión que la reutilización de excreta humana es más que todo una alternativa de sanidad. Con respecto a la aplicación en la agricultura, se aplica sola o en mezcla con otro

tipo de desecho fecal (gallinaza, equinaza o porcinaza) para un efecto fertilizante, en cultivos como: limón, nueces, papaya, banano, amaranto, entre otros (Quazi, 2008).

2. Ying, Liu. Huang, Ji-kun., Zikhali, Preciuos. Use of human excretas as manure in rural China.

Este estudio científico se llevó a cabo en China. Los autores analizan las razones por las cuales, a pesar de que se sabe que en la historia de China las excretas humanas han sido utilizadas como un eficaz fertilizante, en la actualidad el porcentaje de hogares que aplican esta técnica ha disminuido con el pasar del tiempo. Para el año 2007, el 85% de las excretas humanas se utilizaban como fertilizante, un porcentaje bajo en comparación con el año 1997 en el que se utilizaba casi en un 100%. Esta disminución en el uso de excretas se debe al desarrollo económico y urbano de China (Liu, Huang, & Zikhali, 2013).

3. Strauss, Martin. Blumenthal, Ursula J. Human waste use in agriculture and aquaculture.

Esta revisión bibliográfica se relaciona con la utilización de las excretas humanas y del agua residual en la agricultura. En Guatemala, después del terremoto de 1976, el gobierno en conjunción con ONG's, desarrollaron un proyecto que incluía la construcción de más de 4000 letrinas de doble cámara. En Corea del Sur las excretas son utilizadas en combinación con procesos de compostaje de otros productos. Además, se exponen estudios microbiológicos que demuestran que con el correcto manejo de las excretas humanas, no hay desarrollo de agentes patógenos que puedan afectar la salud humana (Strauss & Blumenthal, 1990).

4. Alexander Loy, Martin Mandl, Larry Barton. Geomicrobiology: Molecular and Environmental Perspective

Se evaluó el uso de diferentes fuentes de abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicoquímicas del suelo y en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*) en un ambiente

atemperado en Oruro - Bolivia. Se llegó a la conclusión que la aplicación de los fertilizantes orgánicos tenga un efecto directo y diferencial en el rendimiento del cultivo (Loy, *et al* 2007).

5. Ullé Jorge, Fernández Félix, Rendina Alicia. Evaluación analítica del vermicompost de estiércoles y residuos de cereales y su efecto como fertilizante orgánico en el cultivo de lechuga mantecosa. (Ullé, Fernandez, & Rendina, 2009)

Para el desarrollo de este artículo científico se utilizaron seis biosólidos como sustratos de cría para la obtención de humus en cunas de lombriz roja. Cuatro eran estiércoles (aviar, bovino, equino y porcino) otro residuo del secado y acondicionamiento de cereales (pula) y por último la mezcla en volumen de partes iguales de cada tipo de estiércol. Los criterios de evaluación fueron: humedad, pH, nitrógeno,  $\text{NO}_3$  en solución, porcentaje de nitrógeno total y relación C/N.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 General

Determinar la viabilidad ambiental de la humanaza producida en la Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas ubicada en el barrio la Perseverancia, Bogotá, como residuo orgánico aprovechable en un cultivo piloto de *Lactuca sativa*.

### 6.2 Específicos

- Determinar los criterios fisicoquímicos y microbiológicos de la humanaza para la evaluación de la misma como residuo orgánico aprovechable.
- Evaluar la metodología más adecuada de acuerdo con los criterios establecidos mediante el análisis de una prueba piloto en un cultivo de *Lactuca sativa*.
- Analizar microbiológicamente las lechugas (*Lactuca sativa*) producidas para establecer la conveniencia del uso de la humanaza.

## **7. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación se realizó para evaluar la viabilidad ambiental de la humanaza, tomando en cuenta los grandes beneficios que tiene este residuo en el campo de la agricultura tales como la recuperación de la fertilidad del suelo con los macronutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas, y mejoramiento de la textura y porosidad del suelo el mejoramiento de la calidad de vida al disponer eficientemente las excretas y por último el mejoramiento del saneamiento básico. Se pretendió demostrar que la humanaza es un residuo orgánico aprovechable que no representa ningún riesgo para la salud, y que por el contrario, es una solución viable para un manejo adecuado y sostenible de las excretas humanas.

Por otro lado, se recopiló información referente a la humanaza y políticas que regulan el uso seguro de este recurso. En el caso de la legislación colombiana, hay dos Normas Técnicas que manejan el tema de residuos orgánicos para la recuperación y fertilización de los suelos, pero ninguna de las dos maneja puntualmente la humanaza.

Finalmente, este proyecto busca permitir que en La Granja se pueda generar una nueva unidad productiva en la que se pueda comercializar la humanaza para su uso como fertilizante.



## **8. MARCO TEÓRICO**

A continuación se presenta la revisión bibliográfica de los conceptos relevantes con el desarrollo del proyecto.

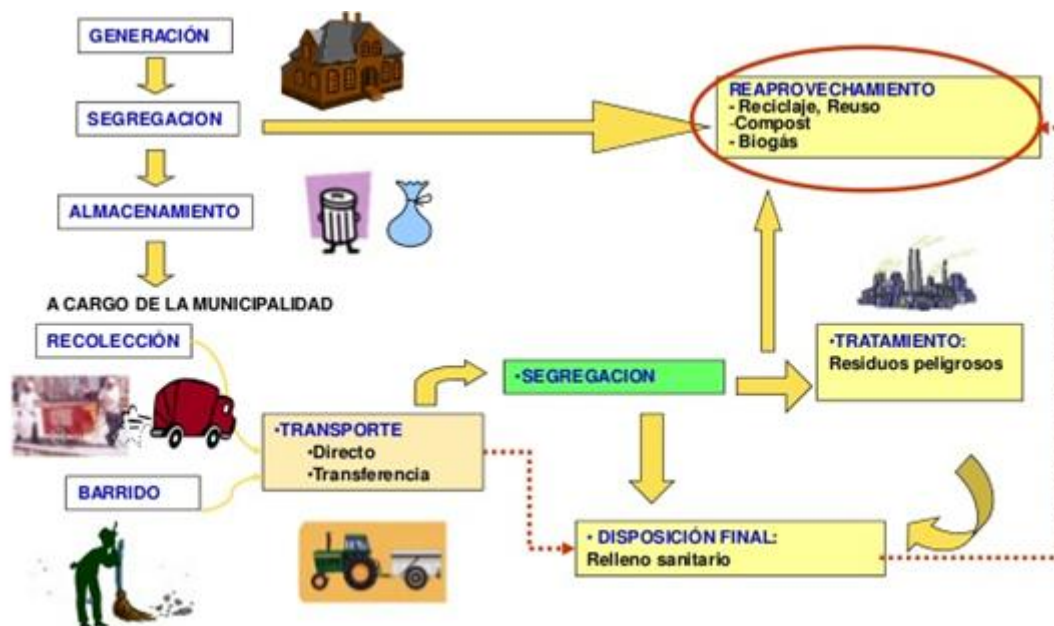
### **8.1 Residuos Sólidos**

El manejo de residuos sólidos desde siempre ha sido un tema delicado que deben tratar las diferentes ciudades y municipios. Es un reto que día a día se vuelve en un tema de mayor atención debido al constante crecimiento de la población y la reducción de espacio para la disposición de estos residuos (Global Footprint Network, 2015).

La disposición de los residuos sólidos ordinarios se encuentra estrechamente asociada a la reglamentación sobre el servicio público de aseo que comprende las actividades de recolección, transporte, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, la transferencia, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de dichos residuos. (Decreto 1713/2002).

De manera general la gestión integral de estos residuos corresponde casi en su totalidad al prestador del servicio de aseo; no obstante el usuario también deberá cumplir algunas obligaciones previstas en la ley. (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, 2013).

La temática “manejo adecuado de residuos sólidos y procesos de reciclaje” busca generar una conciencia de reducción y consumo responsable, mostrando que la elevada generación de residuos sólidos, comúnmente conocidos como basura y su manejo inadecuado son uno de los grandes problemas ambientales y de salud, los cuales se han acentuado en los últimos años debido al aumento de la población y a los patrones de producción y consumo, mostrando algunas alternativas y usos que se pueden dar a materiales que comúnmente son desechados como “basura”. (Secretaría de ambiente Gobernación de Cundinamarca, 2011).



**Ilustración 1.** Etapas de manejo de Residuos sólidos

**Fuente.** Neira, 2014

En este orden de ideas se encuentra la gestión integral para el aprovechamiento y valorización de los residuos, mejor conocido como reciclaje o basura cero, o clasificación en la fuente, entre otras denominaciones que explican el manejo adecuado de las basuras. En Colombia la gestión de los residuos derivados del producto es definitiva en cumplimiento con la responsabilidad social en el tema del post consumo. Para lo cual los productores, fabricantes e importadores velan por el ciclo de vida completo de los productos fabricados con el fin de disminuir los daños colaterales ambientales y a la salud de sustancias que contienen algunos productos y los productos mismos al momento de terminar el ciclo de vida útil. (Corporación ambiental empresarial , 2008)

La reutilización de residuos orgánicos, es una de las alternativas de reutilización que se planteó hace más de 2600 años (Shiming, 2002) y que ha sido practicada por diferentes generaciones de agricultores, pero que por la manera en la que se vive hoy en día es un poco más difícil de aplicar. Esta técnica trae grandes ventajas para las actividades de cultivo tales

como: mejorar las propiedades del suelo, favorecer el desarrollo de la cubierta vegetal y evitar la pérdida de recursos y energía (Pedreño, 1995).

## **8.2 Manejo de Excretas**

Uno de los residuos orgánicos reutilizables son las excretas humanas, que también hacen parte de los residuos biológicos que deben ser tratados y que para ello se deben invertir grandes cantidades de dinero. En zonas rurales, el tratamiento indebido se ha convertido en una amenaza para la calidad de vida de los habitantes, siendo un alto porcentaje aquellos que no logran satisfacer sus necesidades básicas de salud y bienestar (Ubaque, 2014).

Actualmente, con el creciente aumento de la población, los desafíos ambientales y sanitarios se han convertido en una seria amenaza para la calidad de vida de los habitantes, siendo un alto porcentaje aquellos que no logran satisfacer sus necesidades básicas de salud y bienestar (Ubaque et al, 2014). Por ende, el ser humano ha desarrollado diferentes tecnologías para dar solución a estos problemas, como por ejemplo, la disposición de excretas. Para el contexto colombiano, en el censo del año 2013, 75,2% de los hogares contaban con inodoro conectado con el alcantarillado, 16% inodoro conectado a pozo séptico, 3,5% inodoro sin conexión, 0,9% contaban con letrina y 3,9% sin servicio sanitario (DANE, 2013). Es alarmante que en Colombia tan sólo un 75,2% de la población cuente con un servicio adecuado para evacuar los residuos de origen humano, más aún cuando apenas el 14,7% del área rural cuenta con este servicio (DANE, 2013). Lo que lleva a pensar en nuevas alternativas para manejar este tipo de residuos.

El primer país que utilizó las excretas humanas como abono, fue China entre los años 475-221 A.C. La evidencia se encuentra en escritos la dinastía Qin, como Han Fiezi (filósofo legista de China), quien escribe “para aumentar la fertilidad del suelo, se debe utilizar excreta

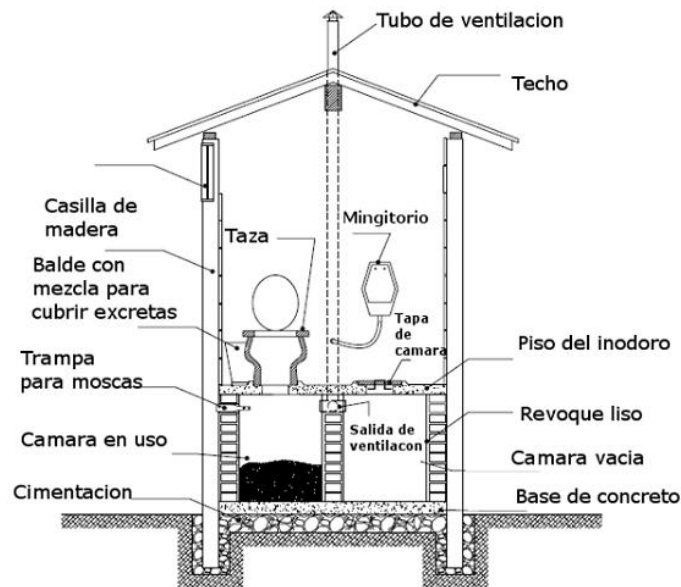
humana”. Las aplicaciones más tradicionales eran: uso directo en los cultivos, mezcla con tallos de los cultivos para aplicación a las primeras plántulas y uso directo para alimentar los peces en los pozos (Shiming, 2002).

Mundialmente, las dos soluciones que más se usan para atacar este problema son: el sistema hidráulico “flujo y descarga” y el sistema seco o letrina “caída y depósito”. El sistema “flujo y descarga” es el que da una solución más eficiente al problema sobre todo para zonas urbanas, el cual utiliza el agua como sistema de transporte de las heces, lo que la hace agua residual, la cual (idealmente) llega a una planta de tratamiento que está conectado con el sistema de alcantarillado. Por ende este sistema tiene varias limitantes, como la disponibilidad del agua que debe ser constante, la topografía del lugar para que la cobertura sea total, los costos de implementación son elevados, existe una contaminación del agua la cual es un fuerte vehículo de transmisión de enfermedades (Rodríguez, 2008).

### **8.3 Baño Seco**

Por otro lado, está el saneamiento ecológico ECOSAN (Baño seco) que se define como “un sistema que permite la recuperación de nutrientes de las heces y la orina humana en beneficio de la agricultura, contribuyendo así a conservar la fertilidad del suelo, proteger la seguridad alimentaria para las generaciones futuras, reducir al mínimo la contaminación del agua y recuperar la bioenergía...” (Villa, 2010).

Este sistema se ha implementado alrededor del mundo dependiendo de las circunstancias, el contexto ambiental, social, económico y a las necesidades propias del usuario, sobretodo en lugares donde el acceso al agua es limitado. Las iniciativas son desarrolladas por diferentes centros de investigación que enfocan sus esfuerzos en zonas rurales, donde su estrategia es la educación ambiental y consecuentemente la autoconstrucción (Villa, 2010).



**Ilustración 2.** Funcionamiento baño seco

**Fuente.** Arkypus, 2015

Para su debida aplicación (estabilización de suelos, balance de la fracción orgánica) se debe llevar a cabo un proceso que incluye la separación de la excreta la orina, una posterior aplicación de ceniza o una mezcla de ceniza con suelo, o arena, para que el contenido relativamente seco tome un pH alcalino, el cual permite que haya una reducción en la población de bacterias patógenas (se debe verificar el contenido de humedad, temperatura y pH). Después de 10 meses de retención, la mezcla se ha convertido en abono y se seca aún más y es guardada en grandes bolsas para su posterior utilización en los cultivos (Strauss & Blumenthal, 1990).

Las principales ventajas del ECOSAN son: las excretas a partir de su tratamiento, se convierten en un material estable e inofensivo para la salud, es una alternativa ideal para zonas con bajo abastecimiento de agua y la más importante que se da un cierre del ciclo utilizando esta materia como fuente de nutrientes para la agricultura (Grueso & Perdomo, 2012). En caso tal de que la técnica utilizada no sea la apropiada, se pueden presentar diferentes riesgos para la salud humana que constituyen desventajas para su uso, como

riesgos químicos tales como: ingesta del sólido tratado, especialmente por niños pequeños, contaminación por medio de la cadena trófica a partir del consumo de alimentos contaminados por la manera en la que han sido cultivados y dispersión en el aire de partículas del compost que transporta microorganismos y agentes tóxicos respirables. Formación de agentes patógenos como: *Enterococcus faecalis*, *Salmonella typhimurium* y huevos de *Ascaris suum* (Fidjeland et al, 2013)

#### 8.4 Granja Escuela agroecológica Mutualitos y Mutualitas

La Granja Escuela Agroecológica Mutualitas y Mutualitos GEAM se encuentra en la ciudad de Bogotá, más precisamente en la Carrera 1ª Este 32-61 del Barrio La Perseverancia, localidad de Santa Fe. Geo-espacialmente se ubica aproximadamente en los 4°37'01"N 74°03'42"W a 2700 m de altitud, en zona colindante con la Reserva Forestal de los Cerros Orientales de la ciudad de Bogotá. (Movimiento regional por la tierra, 2014).



**Ilustración 3.** Ubicación geográfica Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas

**Fuente.** Movimiento regional por la tierra, 2014

La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas, es una experiencia de tipo familiar de acceso y retorno a la tierra, encabezada por Doña Rosa Evelia Poveda Guerrero, mejor conocida como “Rosita”, o “Doña Rosa”, una mujer campesina de origen boyacense que llegó a la ciudad de Bogotá a la corta edad de 6 años, arrebatada de su cuna rural, en el municipio de Moniquirá, departamento de Boyacá. Quien después de mucho tiempo de estar luchando en Bogotá, conoció del lote en el barrio La perseverancia donde actualmente funciona La Granja Escuela Agroecológica Mutualitas y Mutualitos que en ese entonces era un basurero, lo comenzó a trabajar, sacando basura y limpiándolo. (Poveda R. , 2014)

La Granja es una apuesta política por la agricultura ecológica, la recuperación de las semillas nativas, la comercialización de productos locales como la chicha, los envueltos de maíz y tamales. A través de mingas, donde en ocasiones se pueden llegar a convocar más de 50 personas, así como con la ayuda de las personas que han habitado en La Granja, Rosita ha limpiado el terreno de tanto escombros y ha luchado por mantener cultivos ecológicos

El interés de Rosita siempre ha estado en que los más pequeños sean quienes reciban los intercambios de conocimiento y las prácticas que pueden hacerse en La Granja y que así lo puedan difundir en sus propias casas y/o entornos. (Poveda R. E., 2008)

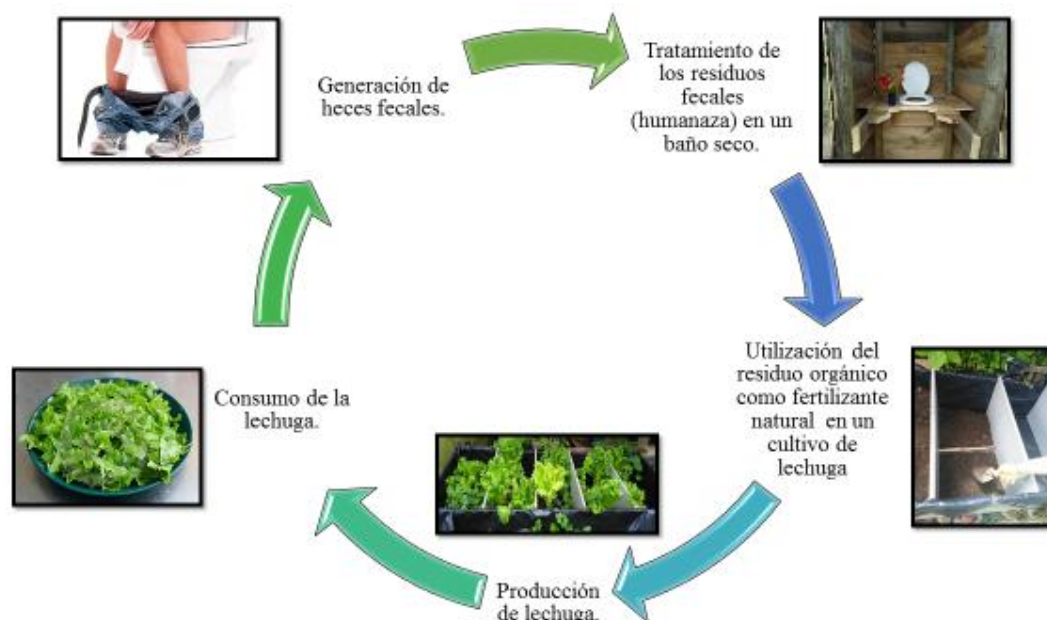


**Ilustración 4.** Rosita haciendo arreglos en La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas

**Fuente.** Blog de La Granja, 2014

La Granja cuenta con un invernadero en donde se realizan diferentes ensayos para cultivos orgánicos, este espacio cuenta con condiciones de temperatura entre los 15°C y los 20°C y una humedad aproximadamente del 74%. Este invernadero fue construido con materiales reciclables, demostrando que para la innovación no es necesario utilizar los materiales más costosos. El proceso iniciado en La Granja espera extenderse a otros territorios de la ciudad de Bogotá por cuanto trata de reivindicar el derecho al uso de semillas criollas en medio de un ejercicio de soberanía, autonomía y seguridad alimentaria. Si bien el proceso ha servido para romper las fronteras entre grupos de delincuencia común en los barrios de la zona centro, la propuesta es que las nuevas granjas hijas del proceso en Mutualitas y Mutualitos permitan proteger el proceso de base, y desde la allí gestionar los recursos necesarios para cada grupo. (Movimiento regional por la tierra, 2014).

La producción de humanaza en La Granja se lleva a cabo de la siguiente manera:



**Ilustración 5.** Ciclo productivo de la lechuga



**Fuente.** Recopilado por autoras

El proceso de la humanaza, es un ciclo completamente cerrado, este residuo se puede aprovechar totalmente, si se trata de la manera correcta.

### **8.5 Lechuga (*Lactuca Sativa*)**

Las lechugas forman el género *Lactuca* y pertenecen a la familia de las Asteráceas (Compuestas), que abarca más de 1000 géneros y 20.000 especies, de las que muy pocas se cultivan. Esta familia, cuyo nombre actual deriva del griego Aster (estrella), se caracteriza porque sus flores están compuestas por la fusión de cientos e incluso miles de flores diminutas. (Erosky consumer , 2015)

La lechuga es una planta anual que forma en principio una roseta de hojas que acaban formando un cogollo de hojas apretadas generalmente. Posteriormente el cogollo se abre y aparece el tallo sobre el que se forman las flores, de color amarillo. Pertenecce a la familia de las Compuestas y su nombre científico es *Lactuca sativa*. Es una planta anual con un sistema radicular profundo y poco ramificado. En un principio, cuando la planta brota, aparecen las hojas, que se disponen en roseta. Conforme la planta va creciendo se van apretando unas contra otras, formando un cogollo más o menos consistente y compacto dependiendo de la variedad. Las hojas pueden ser redondeadas o algo alargadas. El borde puede ser liso, ondulado o aserrado. (Interempresas Media S.L., 2016)



## **Ilustración 6.** Lechuga (*Lactuca Sativa*)

**Fuente.** Interempresas, 2016

La temperatura máxima puede soportar la planta son los 30°C y como mínima temperaturas los -6°C. (Haya, 2015). La lechuga se adapta mejor a climas húmedos y frescos. Por lo cual se debe dejar en un lugar a la sombra de lo contrario la planta crecerá como una torre hacia arriba y terminará dando flores y semillas. (León, 2012).

Lo normal es cosechar la planta en estado de cogollo. No obstante, si se deja en el campo las hojas se abren apareciendo un tallo cilíndrico y ramificado con hojas y flores amarillentas agrupadas en racimos. Lo que se conoce como semilla es en realidad el fruto, pequeño y provisto de unas pequeñas plumas que facilitan su distribución gracias al viento. (Interempresas Media S.L., 2016).

Además, es una planta rica en principios vitamínicos (1,2% de proteínas, 0,2% de grasas, 2,9% de hidratos de carbono y elevadas dosis de vitaminas A, B1, B2, C y E), se consume durante todas las épocas del año y su demanda es relativamente constante. La duración del cultivo es entre 70-80 días desde el cultivo hasta la recolección. Es una planta que se adapta a diferentes tipos de climas y su exigencia de humedad no es muy alta, ya que el exceso de agua puede dañar el sistema radicular. También, es necesario para su crecimiento la aplicación de abono que proporcione las dosis necesarias de macronutrientes (especial cuidado con el nitrógeno, ya que el exceso puede quemar la planta) y micronutrientes (Quintero, 1977).

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta que en su periodo de germinación y los primeros días de desarrollo de la plántula ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de una sustancia tóxica puede inferir alterando la supervivencia y desarrollo normal

de la planta (Sobrero et al, 2004). Por ende se puede utilizar como bioindicador de agentes tóxicos.

## **8.6 Matriz de Impactos Ambientales**

Numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación del impacto ambiental de proyectos. Sin embargo, ningún tipo de método por sí solo, puede ser usado para satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio, por lo tanto el tema clave está en seleccionar adecuadamente los métodos más apropiados para las necesidades específicas del estudio que se haga. (Bitstream, 2014).

Es por ello que la base de las matrices puede resultar muy similar en varios tipos de matrices, pero sus contenidos son diferentes en el mayor porcentaje. Métodos o matrices de evaluación que pueden mencionarse son, por ejemplo, el sistema de Batelle-Columbus. Las matrices, por más que presenten un común denominador de base, en general cada una de ellas es diferente a la otra. Esto principalmente sucede ya que cada matriz se realiza sobre la base de un objeto de estudio diferente en cada caso, presentando una matriz específica para ese objetivo. (Dellavedova, 2011)

Lo que puede decirse es que, a grandes rasgos, las matrices presentan dos componentes principales que son la base de casi todas las metodologías: analizar por un lado las acciones del proyecto o del emprendimiento, que generalmente se colocan en las columnas de la matriz, y por el otro, las variables ambientales o componentes ambientales seleccionadas en el estudio como aquellas más representativas del ambiente donde se aplicará el proyecto o dónde se desarrolla el mismo, que se colocan en las filas. Definidos estos dos grandes grupos, tenemos por lo tanto una serie de cuadrículas que relacionan las acciones con los componentes ambientales. (Bertona, 2013).

Si el trabajo es simplemente la identificación de los impactos ambientales, en las cuadrículas se colocará si la variable (n) se ve o no afectada por la acción (n), a través de una marca en la casilla. La resultante será una matriz de identificación, muy simple, fácilmente legible, de elaboración sencilla y de rápida identificación de los impactos, pero los mismos carecen tanto de una cualificación como de una cuantificación. Esto significa que todos los impactos establecidos en la matriz poseen las mismas cualidades, es decir, todos se presentan a un mismo nivel. (Bertona, 2013).

	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción n
Componente Ambiental a				
Componente Ambiental b				
Componente Ambiental c				
Componente Ambiental x				

**Ilustración 7.** Modelo matriz de evaluación de impactos

**Fuente.** Bertona, 2013

## 8.7 Agricultura Tradicional

El conocimiento tradicional se define como “un sistema de conocimiento de un grupo étnico rural que se ha originado local y naturalmente” (Domingo, 2009). Así, la agricultura tradicional utiliza los sistemas típicos de un lugar, que han configurado la cultura del mismo, en periodos más o menos prolongados (Domingo, 2009). Esto quiere decir que hay una relación entre el hombre y la naturaleza donde se supone el hombre como colaborador con la naturaleza en el que “se establece un pacto de respeto hacia las leyes naturales para potenciar la colaboración y evitar el conflicto entre el hombre y su entorno” (Costa, 2009). De esta manera se concibe una nueva idea de progreso que no sólo implica avances tecnológicos sino también un incremento de valores culturales, morales y humanistas (Costa, 2009).

En estos conceptos se basa la ética ecológica, que difiere de la ética ambiental, donde la primera concibe la naturaleza como una aliada del ser humano y la segunda le da un valor a la naturaleza por su capacidad de satisfacer las necesidades humanas (Tur, 2001). Con la actual crisis ambiental es de vital importancia entender que la ética ecológica debe empezar a ser tomada en cuenta para evitar el total deterioro de la biosfera y que las prácticas humanas deben estar regidas por esta ética (Tur, 2001). Así, se entienden las acciones humanas como un proceder en el que se reconoce el desarrollo de la sociedad como una dinámica consiente de un sistema ecológico, en la que el hombre, como ser racional, es un actor que tiene la responsabilidad de aceptar que sus prácticas impactan constantemente el equilibrio de los ecosistemas (Gallopín, 2003).

En una matriz de este tipo, es importante agregar los componentes evaluados en el proyecto llevado a cabo, en su mayoría se describen los componentes biótico, abiótico y social.

El componente biótico se define como el conjunto de organismos vivos que interactúan con otros seres vivos, se refiere a la flora y fauna de un lugar y a sus interacciones. La flora, definida como el conjunto de especies vegetales que se pueden encontrar en una región geográfica, que son propias de un periodo geológico o que habitan en un ecosistema determinado y la fauna, es el conjunto de especies animales que viven en una zona determinada. (UNAD, 2015).

El componente abiótico el componente abiótico, se define como el conjunto de factores inertes que hacen parte del medio ambiente y que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos. Los factores ambientales más importantes del componente abiótico son: sol, aire, agua, suelo, clima, relieve, luz. (UNAD, 2015).

El componente socioeconómico y cultural es el conjunto de factores relacionados con el ser humano y su desarrollo. Este componente se analiza desde el punto de vista de las dinámicas

poblacionales y factores económicos y culturales que inciden en su identidad y calidad de vida. (UNAD, 2015).

## 8.8 Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos en el Suelo

Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación. A partir de un parámetro, una cierta circunstancia puede comprenderse o ubicarse en perspectiva. (Wordpress, 2010).

Los parámetros físico-químicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas y sus propiedades físicas; los métodos biológicos aportan esta información pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación de un recurso (Orozco, et al., 2005).

Los análisis microbiológicos se basan habitualmente en el cultivo y recuento de los microorganismos. Para ello es necesario preparar y conservar adecuadamente los medios de cultivo, realizar una siembra y observar los resultados (Sampedro, 2010). Los microorganismos incluidos en un criterio deberán considerarse en general importante como patógeno, organismos indicadores o bien organismos de deterioro. (FAO, 2015)

Para dar desarrollo al proyecto, fue necesario definir la relevancia de ciertos parámetros microbiológicos y fisicoquímicos.

**Tabla 1.** Descripción de cada uno de los parámetros fisicoquímicos en el proyecto

Parámetro fisicoquímico	Incidencia en el proyecto
Densidad aparente	La determinación de los espacios porosos permite conocer el grado de aireación de un suelo, y por consiguiente la capacidad de los poros para favorecer la actividad de los microorganismos del suelo. (Campos, 2012)
Carbono	Se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas afectando las

Orgánico total	propiedades del suelo relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos. El COS se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, al aportar elementos como el N cuyo aporte mineral es normalmente deficitario. Además, al modificar la acidez y la alcalinidad hacia valores cercanos a la neutralidad, el COS aumenta la solubilidad de varios nutrientes. (Martínez, <i>et al</i> , 2008)
----------------	--

Continuación tabla 1. Descripción de cada uno de los parámetros fisicoquímicos en el proyecto

Parámetro fisicoquímico	Incidencia en el proyecto
Nitrógeno total	Es un nutriente de gran importancia debido a su presencia en las principales biomoléculas de la materia vegetal; si añadimos que los suelos suelen soportar un déficit de este elemento, tendremos que, junto al potasio y el fósforo, es uno de los elementos claves en la nutrición mineral. En términos mundiales es el nutriente que más limita las cosechas y por ello, el que más se fertiliza. Tiene implicaciones en la contaminación ambiental por nitratos. (Perdomo & Barbazán, 2002)
Fósforo asimilable	Su deficiencia constituye uno de los limitantes principales en la producción de cosechas y está asociada con bajas reservas en los suelos, alta estabilidad y una fuerte retención de fósforo por la fase sólida del suelo, a través de diferentes mecanismos quedando fuera de la acción de la absorción por las raíces (fijación). (Campos, 2012)
Potasio	Los cultivos extraen grandes cantidades de potasio del suelo para su crecimiento y desarrollo y como es de esperarse, la falta de éste elemento, influye negativamente en el rendimiento y calidad del cultivo. Además, la deficiencia de potasio aumenta la vulnerabilidad del cultivo a enfermedades y lo hace menos resistente a condiciones de "stress" tales como sequías, heladas etc. (Torres, 2016)
Relación (C/N)	Esta relación indica la fracción de carbono orgánico frente a la de nitrógeno. Prácticamente la totalidad del nitrógeno orgánico presente en un residuo orgánico es biodegradable y, por tanto disponible. Con el carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se engloba en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad en la agricultura. (Taal, 2015)
CIC analizada	Las partículas de arcilla y de humus en el suelo siempre están saturadas con cationes adsorbidos o muy cercanos a la superficie de las partículas. Los cationes adsorbidos están unidos lo suficientemente fuerte como para retardar su pérdida del suelo por lixiviación, pero son liberados para ser adsorbidos por las raíces de las plantas. Por consiguiente estos cationes adsorbidos son considerados disponibles para su aprovechamiento. Por ellos uno de los rasgos más significativos de la CIC de un suelo, es ser un almacén temporal para grandes cantidades de nutrimentos disponibles tales como calcio, magnesio, y potasio que son parcialmente protegidos de la lixiviación, pero que están disponibles bajo el consumo de las plantas. (Campos, 2012)
pH	Conociendo el valor de pH del suelo es posible diagnosticar problemas de nutrientes para un buen desarrollo de las plantas. Todas las plantas son afectadas si existen valores extremos de pH, pero hay una variación tolerable en su acidez o alcalinidad. Algunas plantas crecen apropiadamente en un amplio rango de valores de pH, mientras otras son muy sensibles a pequeñas variaciones. La actividad microbiana en el suelo también se afecta por el valor de pH. La mayor actividad ocurre a valores de pH en el rango de 5 a 7; fuera de este rango, algunas bacterias nitrificantes morirán. (Hannna Instruments, 2016)

**Fuente.** Recopilado por autoras.

A continuación se encuentra la tabla que describe las bacterias que fueron relevantes para el proyecto.

**Tabla 2.** Descripción de cada una de las bacterias mencionadas en el proyecto

Bacterias	Descripción de su importancia en el proyecto
<i>Enterococcus faecalis</i>	Son bacterias que forman parte de la flora normal del tracto gastrointestinal del humano y de otros mamíferos. Las repercusiones en la salud dependen del huésped siendo más vulnerables los ancianos o inmunocomprometidos. Además, fue usada en un estudio publicado por la revista “Water research” como indicador de la higienización de la excreta humana por medio del amoníaco. (Control de infecciones y epidemiología, 2005) (Fidjeland, 2013).
Coliformes Fecales	Son bacterias que se excretan en las heces de los seres humanos. Es un indicador de contaminación de agentes patógenos, la presencia de estos están ligados a enfermedades diarreicas. También está clasificada como una de las bacterias relacionadas con los riesgos patogénicos de la excreta humana de acuerdo con los lineamientos de la WHO. (WHO, 2006) (Itram higiene, 2013).
<i>Salmonella spp</i>	La salmonella es una bacteria que se encuentra en el intestino humano y de otros mamíferos. Esta bacteria es la causante de la salmonelosis, una de las enfermedades de transmisión alimentaria más común. Además, según los lineamientos establecidos por la WHO para el manejo seguro de aguas grises y excretas humanas, está clasificada como una de las bacterias relacionadas con los riesgos patogénicos de la excreta humana. (Ministerio de Salud) (WHO, 2006)

**Fuente.** Recopilado por autoras.

## 9. MARCO LEGAL

A continuación se presentó una revisión normativa que se dividió en leyes, resoluciones, políticas y normas técnicas colombianas.



## LEYES

**Tabla 3.** Leyes aplicables al proyecto

<b>LEY 9 DE 1979</b>	
<b>Expedida por:</b> Congreso de la Republica	
<b>Descripción:</b> Por la cual se dictan Medidas Sanitarias	<b>Relevancia con el proyecto:</b> En el proyecto se trabajó con un residuo de excretas humanas al cual se le analizaron sus propiedades toxicológicas, por ello hay que tener en cuenta todo lo relacionado con las medidas sanitarias.
<b>Artículos aplicables al proyecto:</b> <u>Artículo 36</u> Toda edificación o concentración de éstas, ubicada en áreas o sectores que carezcan de alcantarillado público o privado deberá dotarse de un sistema sanitario de disposición de excretas. <u>Artículo 487</u> Los resultados de los servicios de laboratorio clínico y de determinación de calidad de bebidas, alimentos, cosméticos, plaguicidas, aguas, suelos y aire, en cuanto a contaminación, polución o toxicidad, se consideran información epidemiológica. <u>Artículo 594</u> La salud es un bien de interés público.	
<b>LEY 99 DE 1993</b>	
<b>Expedida por:</b> Congreso de la Republica	
<b>Descripción:</b> Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> El proyecto describe un proceso sostenible, que gestionó sus etapas para determinar su viabilidad.
<b>Artículos aplicables al proyecto:</b> <u>Artículo 2</u> Creación y Objetivos del Ministerio del Medio Ambiente. Créase el Ministerio del Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible	

**Fuente.** Recopilado por autoras

## RESOLUCIONES

**Tabla 4.** Resoluciones aplicables al proyecto

<b>RESOLUCIÓN 74 DE 2002</b>	
<b>Expedida por:</b> Ministerio de agricultura y desarrollo rural	
<b>Descripción:</b> Los sistemas de producción ecológicos vegetal y animal tienen como objetivo garantizar la	<b>Relevancia con el proyecto:</b> Los conceptos de producción ecológicos, teniendo en cuenta que se llevó a cabo un ciclo

sostenibilidad y renovabilidad de la base natural, mejorar la calidad del ambiente mediante limitaciones en la utilización de tecnologías, fertilizantes o plaguicidas que puedan tener efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana	cerrado en el proceso de la humanaza.
<b>Artículos aplicables al proyecto:</b> <u>Artículo 4</u> Sistema de Producción Agropecuario Ecológico. Sistema holístico, de gestión de la producción que promueve y realza la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica de suelo. Esta producción se basa en la reducción de insumos externos y la exclusión de insumos de síntesis química. <u>Artículo 5</u> Visión general. Los sistemas de producción agropecuarios, ecológicos utilizan insumos y/o métodos que aumentan la actividad biológica del suelo, la biodiversidad y balancean el equilibrio biológico natural. Para que el sistema de producción sea considerado ecológico deberá cumplir como mínimo, los métodos definidos en el Capítulo IV y utilizar los productos señalados	
<b>RESOLUCIÓN 698 de 2011</b>	
<b>Expedida por:</b> Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	
<b>Descripción:</b> Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de departamentos técnicos de ensayos de eficacia, productores e importadores de bioinsumos de uso agrícola y se dictan otras disposiciones.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> Por el tratamiento que deben tener los bioinsumos agrícolas; teniendo en cuenta se hizo un cultivo piloto.
<b>Artículos aplicables al proyecto:</b> <u>Artículo 2</u> La presente resolución se aplica a las personas naturales y/o jurídicas que se dediquen a realizar ensayos de eficacia, produzcan, produzcan por contrato e importen bioinsumos de uso agrícola para su comercialización o uso directo.	

**Fuente.** Recopilado por autoras

## POLÍTICAS

**Tabla 5.** Políticas aplicables al proyecto

<b>POLÍTICA PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS DE 1998</b>	
<b>Expedida por:</b> Ministerio del Medio Ambiente	
<b>Descripción:</b> Esta política define los principios de la Gestión Integral para todos los tipos de residuos.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> Es importante conocer en qué medida se puede aprovechar el residuo en cuestión (humanaza).
<b>Numerales aplicables al proyecto:</b> Define las categorías de Residuo Aprovechable y No Aprovechable, para impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente, que ocasionan los residuos de todo orden, y minimizar la generación y la disposición final como alternativa ambiental deseable.	

<b>POLÍTICA NACIONAL DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE 2011</b>	
<b>Expedida por:</b> Ministerio del Medio Ambiente	
<b>Descripción:</b> La Política de Producción y Consumo Sostenible se orienta a cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo por parte de los diferentes actores de la sociedad nacional, lo que contribuirá a reducir la contaminación, conservar los recursos, favorecer la integridad ambiental de los bienes y servicios y estimular el uso sostenible de la biodiversidad, como fuentes de la competitividad empresarial y de la calidad de vida.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> El proyecto requiere que se catalogue la sostenibilidad equitativa entre producción y consumo, teniendo en cuenta que los bienes y servicios generados a una comunidad deben tener todos los parámetros establecidos por las mismas.
<b>Numerales aplicables al proyecto:</b> Toda la política está relacionada con el proyecto, pues la importancia de evaluar el ciclo completo, permite determinar una verídica viabilidad ambiental.	

**Fuente.** Recopilado por autoras

## NORMAS TÉCNICAS COLOMBIANAS

**Tabla 6.** Normas técnicas colombianas aplicables al proyecto

<b>NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1064 DE 1994</b>	
<b>Expedida por:</b> Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC)	
<b>Descripción:</b> El propósito de esta norma es establecer los requisitos de calidad para lechugas, en la etapa de control de la producción nacional y en la exportación, luego de su preparación y empaque.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> Para saber si las condiciones finales que reúne la lechuga, se ajustan a lo estipulado con la norma.
<b>Numerales aplicables al proyecto:</b> <u>Numeral 2</u> En todas sus categorías, sujetas a disposiciones especiales y dentro de las tolerancias permitidas, las	

lechugas deberán:- Estar enteras- Estar sanas; por lo tanto, se excluyen los productos podridos o deteriorados impropios para el consumo- Ser turgentes- Estar limpias y podadas; es decir, sustancialmente libres de hojas sucias, mohos, vegetales o arena, y libres de cualquier materia extraña visible.- Tener apariencia fresca- Estar libres de insectos	
<b>NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2235 DE 2001</b>	
<b>Expedida por:</b> Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC)	
<b>Descripción:</b> Esta norma establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse la gallinaza y los abonos orgánicos obtenidos a partir de la misma, solos o reforzados.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> Permitió realizar la priorización de parámetros, por medio de la comparación de la humanaza con este residuo.
<b>Numerales aplicables al proyecto:</b> Los requisitos de los ensayos con la gallinaza se compararan con la especificación de la humanaza para establecer sus criterios evaluables.	
<b>NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 5167 DE 2011</b>	
<b>Expedida por:</b> Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC)	
<b>Descripción:</b> Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores del suelo.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> Los valores fisicoquímicos y biológicos permisibles que debe tener un abono orgánico, permitieron saber en qué condiciones se encontraba la humanaza.
<b>Numerales aplicables al proyecto:</b> Los requisitos de los ensayos con productos orgánicos se compararan con la especificación de la humanaza para establecer sus criterios evaluables.	

Continuación tabla 6. Normas técnicas colombianas aplicables al proyecto

<b>NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 1927 DE 2012</b>	
<b>Expedida por:</b> Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC)	
<b>Descripción:</b> Esta norma define los términos relacionados con fertilizantes, acondicionadores del suelo, fuentes de materias primas, y sus clasificaciones.	<b>Relevancia con el proyecto:</b> Por el manejo que se le va a dar al material de origen animal de manera ambientalmente limpia, y su transformación a sustrato para un cultivo.
<b>Numerales aplicables al proyecto:</b> <u>Número 3.3.1</u> Material orgánico de origen vegetal y/o animal estabilizado y manejado de manera ambientalmente limpia, tanto en su procesamiento como en el transporte que es agregado al suelo fundamentalmente para nutrición de las plantas. <u>Número 3.4.1</u> Producto de origen vegetal o animal o vegetal y animal, estabilizado y manejado de manera ambientalmente limpia, que se aplica al suelo principalmente para mejorar sus propiedades físicas y biológicas.	

**Fuente.** Autoras, 2016 (Tabla basada en las normas técnicas colombianas contempladas).

## **10.METODOLOGÍA**

### **Tipo de investigación**

La metodología que se desarrolló en este proyecto es de tipo descriptivo experimental con grupo de control (Sampieri, 2010).

### **Procedimiento y técnicas de medición**

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados en la investigación, se desarrollaron las fases descritas a continuación.

## 10.1 Fase 1 - Exploratoria

Se realizó la consulta de evaluaciones para riesgo sanitario por consumo, para otro tipo de residuos orgánicos con características similares (residuos fecales), que permitieron realizar una aproximación para la evaluación paramétrica y de microorganismos, teniendo en cuenta que no hay un documento técnico que establezca criterios de evaluación para la humanaza, se realizó la consulta de:

- La Norma Técnica Colombiana (NTC) 2235, la cual establece los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben ser evaluados para la utilización de la gallinaza como abono orgánico.
- La Norma técnica Colombiana (NTC) 5167, la cual establece los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que deben ser evaluados para productos utilizados como abonos o fertilizantes.
- Marco de referencia de la cartilla técnica para el manejo y evaluación de la porquinaza, desarrollada por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia.
- El documento publicado por la Organización Mundial de la Salud llamado “WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater” en el cual se plantean las políticas y los aspectos regulatorios que existen para el manejo seguro de aguas negras y grises, las cuales incluyen un listado de los riesgos a la salud que representan las aguas negras (OMS, 2006).
- Artículo titulado “The potential for self-sanitation of faecal sludge by intrinsic amonia” escrito por Jorgem Fidjeland, Maria Elisa Magri, Hakan Jonsson, Ann Alnihn y Bjorn Vinnera en la revista Water Research edición 47 del 2013 que muestra los principales indicadores microbiológicos de patogenicidad en las heces fecales.

## **10.2 Fase 2 - Priorización**

Se realizó la priorización de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos teniendo en cuenta las metodologías consultadas en la fase exploratoria, con el fin de escoger los más adecuados y convenientes para la caracterización de la humanaza.

Para la *Lactuca sativa*, sólo se tuvo en cuenta la matriz de priorización para parámetros microbiológicos y nitrógeno total por su impacto asociado a la salud.

La priorización se realizó por medio de una matriz comparativa de los residuos similares a la humanaza (porquinaza, gallinaza y residuos orgánicos), en la cual se asignó una valoración de acuerdo con su nivel de relevancia:

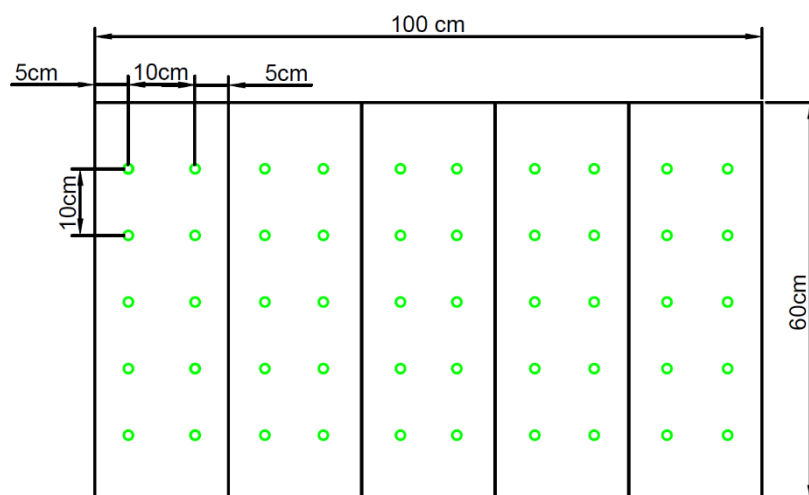
1. Baja relevancia.
2. Media relevancia.
- 3- Alta relevancia.

## **10.3 Fase 3 - Experimentación**

Se realizó un cultivo piloto de *Lactuca sativa*, en el invernadero de La Granja, controlando las condiciones de temperatura, humedad y la calidad del agua de riego (acueducto Bogotá).

Se construyó un cajón en madera aglomerada con una profundidad de 30 cm y se forró con plástico aislante (para que el agua no deteriorara la madera).

El cajón se diseñó con las siguientes dimensiones:



**Ilustración 8.** Dimensiones del cajón para cultivo piloto de *Lactuca Sativa*.

**Fuente.** Autoras, 2016

El cajón se elaboró pensando en los espacios adecuados de crecimiento entre planta y planta (10cm). En total se sembraron 50 semillas en todo el cajón, el cual estaba dividido en 5 compartimentos. Cada compartimento contaba con 10 semillas distribuidas en dos surcos.

Las semillas para la siembra fueron certificadas y cumplieron con las condiciones de los estándares de calidad; estas se compraron en Agro global S.A

**Tabla 7.** Proporciones para la preparación de las mezclas.

Mezcla	Número de semillas	% volumen humanaza	% volumen suelo virgen
1	10	100	0
2	10	75	25
3	10	50	50
4	10	25	75



5	10	0	100
---	----	---	-----

**Fuente.** Autoras, 2016

Para la preparación de las mezclas, se realizaron proporciones entre humanaza y suelo virgen, utilizando el suelo como control y la humanaza como residuo orgánico aprovechable.

#### **10.4 Fase 4 – Toma de decisiones**

Esta fase consistió en la realización de un análisis biométrico, comprendido por la medición de la altura de la planta, el rendimiento expresado en cm vs tiempo y el porcentaje de hojas secas, esto permitió establecer la calidad externa de la lechuga.

En cuanto al cumplimiento de lo estipulado en la NTC 1064 se observó que las lechugas estuvieran enteras, sanas, turgentes, limpias, podadas (sustancialmente libres de hojas sucias, mohos, vegetales o arena, y libres de cualquier materia extraña visible), que tuvieran apariencia fresca, libres de daños ocasionados por insectos, que no se encontraran en proceso de germinación, que no presentaran humedad externa anormal, ni tuvieran indicios de deshidratación, que estuvieran libres de cualquier olor o sabor extraño, libres de daño o deterioro que las hiciera impropias para su consumo, que no tuvieran daños por congelamiento y que presentaran sólo una cabeza bien formada.

Con relación a los aspectos fisicoquímicos y microbiológicos se realizaron las mediciones de los parámetros establecidos tanto para la lechuga como para el suelo.

#### **Matriz de viabilidad ambiental**

Para la determinación de la viabilidad ambiental de la humanaza como residuo orgánico aprovechable, se construyó una matriz con el análisis de los resultados del proyecto, esta matriz contempló los componentes biótico, abiótico y social.

Para el componente biótico, se realizó el análisis de las bacterias representativas de patogenicidad en las heces fecales, estas bacterias se escogieron de acuerdo a la elaboración de la matriz de priorización; para las mezclas, el residuo y el control se realizaron análisis de ausencia y presencia y para dos lechugas se realizó un conteo específico de bacterias.

Para el componente abiótico, se realizaron los análisis fisicoquímicos escogidos en la matriz de priorización en cada una de las proporciones de mezcla, y se realizó el análisis de nitrógeno para dos lechugas.

Para el componente social se llevó a cabo una entrevista dirigida a la directora de La Granja en la que se reflejaron las prácticas y filosofías de La Granja, se analizó la misma teniendo en cuenta los conceptos de sostenibilidad y ética ecológica; también se elaboró un diagrama de entradas y salidas del proceso productivo de la humanaza como residuo orgánico aprovechable y finalmente se efectuó una estimación de los ciclos de cosecha para cada una de las mezclas.

## **11.RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación se presentan los resultados del proyecto y la discusión de cada uno de ellos.

### 11.1 Priorización de parámetros

Para los parámetros fisicoquímicos, se realizó la fase de priorización con la normatividad estipulada de otros residuos de características similares a la humanaza.

**Tabla 8.** Evaluación de relevancia para parámetros fisicoquímicos

Parámetro	Gallinaza	Porquinaza	Abonos orgánicos	Evaluación de relevancia del parámetro
Densidad aparente	X	X	X	3
Carbono Orgánico total	X	X	X	3
Nitrógeno total	X	X	X	3
Fósforo asimilable	X	X	X	3
Potasio	X	X	X	3
Relación (C/N)	X	X	X	3
CIC analizada	X	X	X	3
pH	X	X	X	3
Cenizas	X		X	1
Humedad	X		X	2
Pérdidas por volatilización	X		X	2
Conductividad eléctrica	X			1
Materia orgánica		X		1
Calcio	X			1
Magnesio	X			1
Azufre	X			1
Hierro	X			1
Cobre	X			1
Zinc	X			1
Boro	X	X		2
Sodio	X	X		2
Silicio	X			1
Níquel		X	X	2
Arsénico		X	X	2
Plomo		X		1
Materia orgánica		X		1
Calcio	X			1
Magnesio	X			1
Azufre	X			1

Continuación Tabla 8. Evaluación de relevancia para parámetros fisicoquímicos

Parámetro	Gallinaza	Porquinaza	Abonos orgánicos	Evaluación de relevancia del parámetro
Hierro	X			1
Cobre	X			1
Zinc	X			1
Boro	X	X		2
Sodio	X	X		2
Silicio	X			1
Níquel		X	X	2

Arsénico		X	X	2
Plomo		X		1

**Fuente.** Recopilado por autoras.

Los parámetros fisicoquímicos encontrados en la tabla 8, evaluados con relevancia 3, fueron los parámetros que según las referencias consultadas, se valoraron en las dos NTC y en la cartilla de la porquinaza. Los evaluados con relevancia 2, sólo se valoraron en dos referencias. Y los evaluados con relevancia 1, fueron los parámetros que solo se valoraron en una referencia.

Para los parámetros microbiológicos, se usaron las normas técnicas colombianas de Gallinaza, abonos orgánicos y la cartilla técnica de la porquinaza, además se tomaron en cuenta los artículos sobre humanaza mencionados en la fase de priorización.

**Tabla 9.** Evaluación de relevancia para parámetros microbiológicos

Microorganismo	Gallinaza	Porquinaza	Abonos orgánicos	Humanaza	Evaluación de relevancia del parámetro
<i>Enterococcus faecalis</i>	X	X		X	3
Coliformes Totales	X	X	X	X	3
Coliformes Fecales	X	X		X	3
<i>Salmonella sp</i>	X	X	X	X	3
Huevos de helminto	X		X		2
Fitopatógenos	X		X		2

Continuación Tabla 9. Evaluación de relevancia para parámetros microbiológicos

Microorganismo	Gallinaza	Porquinaza	Abonos orgánicos	Humanaza	Evaluación de relevancia del parámetro
Ácaros		X			1
Cochinillas de humedad		X			1

**Fuente.** Recopilado por autoras.

Los microorganismos en la Tabla 9 con relevancia 3, fueron los que además de ser evaluados en la humanaza, también se evaluaron en las otras referencias. Los que tuvieron relevancia de

2, fueron aquellos que a pesar de ser tenidos en cuenta en dos referencias, no estuvieron contemplados en la humanaza. Los que tuvieron relevancia 1, fueron los que sólo se evaluaron para alguna de las referencias consultadas.

## 11.2 Experimentación

Cada compartimento del cajón, fue llenado con cada una de las mezclas establecidas previamente en la metodología, se homogenizaron manualmente, se realizó la siembra de las semillas por compartimiento y se realizó el riego inicial con agua del acueducto. Finalmente el cajón de ubicó en el invernadero de La Granja en un lugar donde fuese fácilmente vigilado por las personas de la misma, lo que permitió realizar riego diariamente.



De izquierda a derecha:

**Ilustración 9.** Construcción del cajón

**Ilustración 10.** Ejemplo del preparado de una de las mezclas (50% suelo – 50% humanaza)

**Fuente.** Autoras, 2016



De izquierda a derecha:

**Ilustración 11.** Homogenización de las mezclas

**Ilustración 12.** Cajón ubicado dentro del invernadero de La Granja

**Ilustración 13.** Riego inicial de las mezclas entre humanaza y suelo virgen

**Fuente.** Autoras, 2016

### 11.3 Descripción de parámetros

El análisis fisicoquímico y microbiológico se realizó para cada una de las mezclas, en el caso de la lechuga se eligieron dos, la primera fue la que presentó el mejor rendimiento biométrico y la segunda la que creció en 100% humanaza. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados

Ítem	Parámetros	Sustrato	Lechuga
Fisicoquímico	Densidad aparente	X	
	Carbono Orgánico total	X	
	Nitrógeno total	X	X
	Fósforo asimilable	X	
	Potasio	X	
	Relación (C/N)	X	
	CIC analizada	X	
	pH	X	
Microbiológico	<i>Enterococcus faecalis</i>	X	X
	Coliformes Fecales	X	X
	Coliformes Totales	X	X
	<i>Salmonella spp</i>	X	X

**Fuente.** Autoras, 2016

Estos parámetros, además de haber sido seleccionados por la matriz de priorización, se analizaron por su importancia, contribuyendo con el desarrollo del proyecto.

Cada una de las anteriores bacterias se encuentra en las excretas humanas, además son bacterias patógenas que pueden ser causantes de enfermedades mortales para el ser humano.

Para garantizar que los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueran verídicos, las muestras se enviaron a laboratorios certificados (las muestras de las mezclas a Dr. Calderón y las muestras de las plantas a Biotrends Laboratorios S.A.S.).

#### 11.4 Análisis Biométricos

Los resultados biométricos fueron tomados mensualmente teniendo en cuenta la hoja más larga de la planta, midiendo su longitud en cm.

**Tabla 11.** Resultados biométricos de las lechugas en la prueba piloto

Mezcla	Tiempo / Cm Altura			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	8 cm	10cm	19cm	28cm
2	8cm	79cm	21cm	22cm
3	14cm	22cm	29cm	53cm
4	17cm	27cm	36cm	45cm
5	4cm	15cm	24cm	32cm

**Fuente.** Autoras, 2016

Como se evidencia en la tabla 11, la planta que más creció fue la que se cultivó en la mezcla 3, mostrando un mayor aumento en la longitud de sus hojas. El crecimiento de las lechugas se atribuyó directamente a los nutrientes, tales como el fosforo el nitrógeno y el potasio pues son los que garantizan el potencial de retención de cationes, haciendo que la planta crezca saludablemente. (UAM, 2016).



**Ilustración 14.** Lechuga resultado final de la fase de experimentación.

**Fuente.** Autoras, 2016

De acuerdo con los criterios de evaluación en la NTC 1064 de frutas y hortalizas frescas (Lechuga) que aplica para *Lactuca sativa*, todas las lechugas de la prueba piloto cumplen con los parámetros que indican, que las mismas son aptas para el consumo humano.

**Tabla 12.** Evaluación criterios externos de calidad para la lechuga.

Criterio de calidad	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
Estar enteras	X		Todas las lechugas
Estar sanas; por lo tanto, se excluyen los productos podridos o deteriorados impropios para el consumo	X		Todas las lechugas
Ser turgentes	X		Todas las lechugas
Estar limpias y podadas; es decir, sustancialmente libres de hojas sucias, mohos, vegetales o arena, y libres de cualquier materia extraña visible.	X		Todas las lechugas
Tener apariencia fresca	X		Todas las lechugas
Estar libres de insectos	X		La lechuga se encontró libre de insectos.
Estar libres de daño causado por insectos	X		Todas las lechugas
No estar en proceso de germinación	X		Todas las lechugas

Continuación tabla 12. Evaluación criterios externos de calidad para la lechuga.

Criterio de calidad	Cumple		Observaciones
	Sí	No	
Libres de humedad externa anormal	X		Todas las lechugas
No presentar indicios de deshidratación	X		Todas las lechugas
Libres de cualquier olor o sabor extraño	X		Todas las lechugas, para evaluar el sabor, fue necesario probarlas.
Bien formados	X		Todas las lechugas



Firmes (con excepción de las lechugas cultivadas bajo protección)	X		Las lechugas tendieron a abrirse, es decir sus hojas no estaban firmes, esto por su condición de cultivo bajo protección.
Libres de daño o deterioro que los haga impropios para su consumo	X		Todas las lechugas
Libres de daño por congelamiento	X		Todas las lechugas
Las lechugas deben tener una sola cabeza bien formada	X		Todas las lechugas

**Fuente.** Autoras, 2016

De acuerdo con lo anterior, las lechugas tuvieron características organolépticas que demostraron una calidad apta para consumo humano. Además resultaron ser unas lechugas consistentes y frescas; estas presentaron el olor característico de una lechuga normal.

## 11.5 Análisis Parámetros Fisicoquímicos

A continuación se presentan los análisis de los parámetros fisicoquímicos que se realizaron a las mezclas y a las plantas.

### 11.5.1 Mezclas entre humanaza y suelo

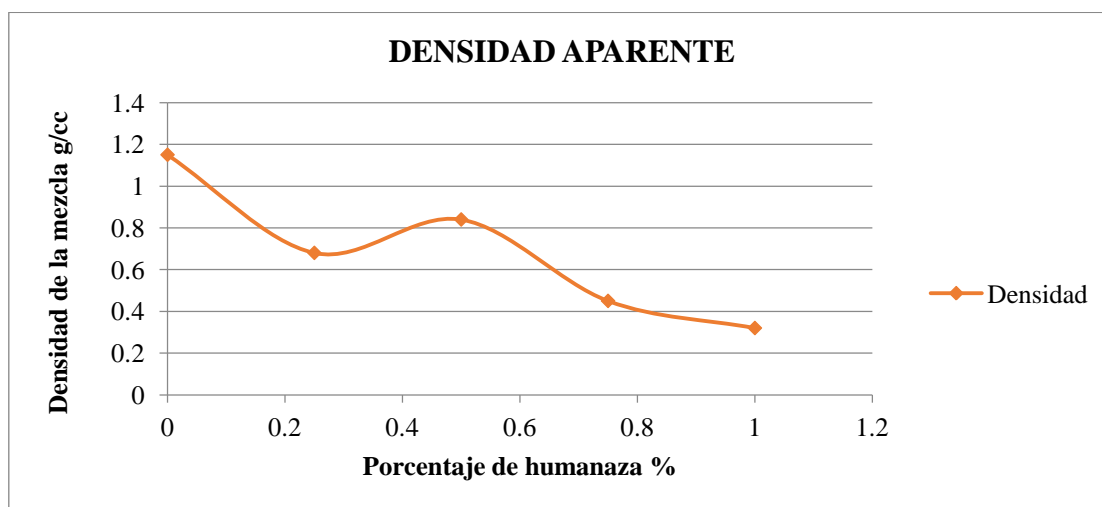
Inicialmente se analizaron los parámetros fisicoquímicos evaluados en cada una de las mezclas entre humanaza y suelo. A continuación se presentan las gráficas que representan el comportamiento del parámetro, con respecto a la proporción de cada mezcla en porcentaje de humanaza. Cabe resaltar que se hizo un análisis de las mezclas y del suelo virgen (control), independiente al del residuo orgánico, ya que este estuvo regido por otros valores que están establecidos en la NTC 2235 y la NTC 5167.

Laboratorios Dr. Calderón, suministró una tabla (anexo 9), en la que se estipulan los criterios críticos de un suelo apto para el cultivo de lechuga; esta tabla fue elaborada en conjunto con

el ICA, luego de varios experimentos que realizaron asociadamente. Para los siguientes análisis se toman en cuenta estos valores como referencia.

En estos análisis las mezclas se nombraron con la numeración establecida en la tabla 7, en donde se muestra cada proporción entre humanaza y suelo.

### Densidad aparente



**Figura 1.** Comportamiento de la densidad aparente con respecto a cada proporción de mezcla.

**Fuente.** Autoras, 2016

En la figura 1, la densidad aparente decrece, a mayor proporción de humanaza, menor es la densidad aparente, a excepción de la mezcla 3.

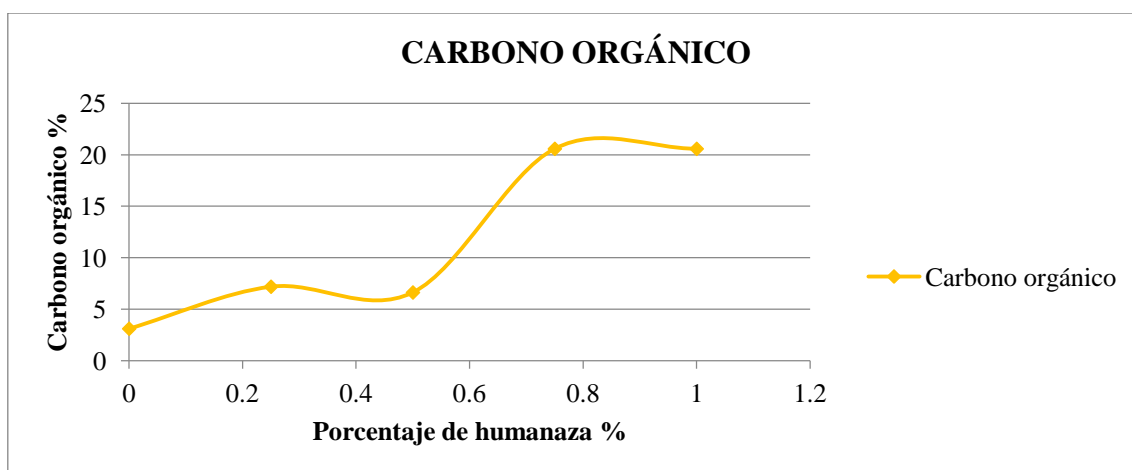
El aporte de materia orgánica en un suelo, hace que el valor de la densidad aparente del mismo sea menor (Mendoza, 2013), en la figura 1 se evidencia que a menor porcentaje de humanaza, mayor es la densidad aparente, lo que indica que el suelo virgen (control) es el que menor aporte de materia orgánica tiene.

Los valores normales de densidad aparente para un suelo con textura pesada, son entre 1,1 y 1,6 (Campos, 2012), esto varía según el uso del suelo lo que corresponde al control del experimento (suelo virgen), sin embargo la humanaza realiza un aporte al mismo para que los valores de densidad aparente disminuyan; logrando que las mezclas adquieran las características de suelos porosos, bien aireados, con buen drenaje y buena penetración de raíces, esto permite un buen desarrollo de las raíces de las plantas (Gutiérrez, 2010), además, aportan mayor estabilidad, menor compactación y, mayor contenido de humedad (Portland State, 2010).

La proporción con mejor densidad aparente (con el valor más bajo), es la de 100% humanaza. Para el porcentaje de 50% humanaza, hay un cambio en la densidad aparente reflejando cambios en la estructura del suelo.

De acuerdo con la NTC 5167 la humanaza cumplió con el límite superior de densidad aparente siendo este de 0.6 g/cc.

## **Carbono orgánico**



**Figura 2.** Comportamiento del carbono orgánico con respecto a cada proporción de mezcla.

**Fuente.** Autoras, 2016

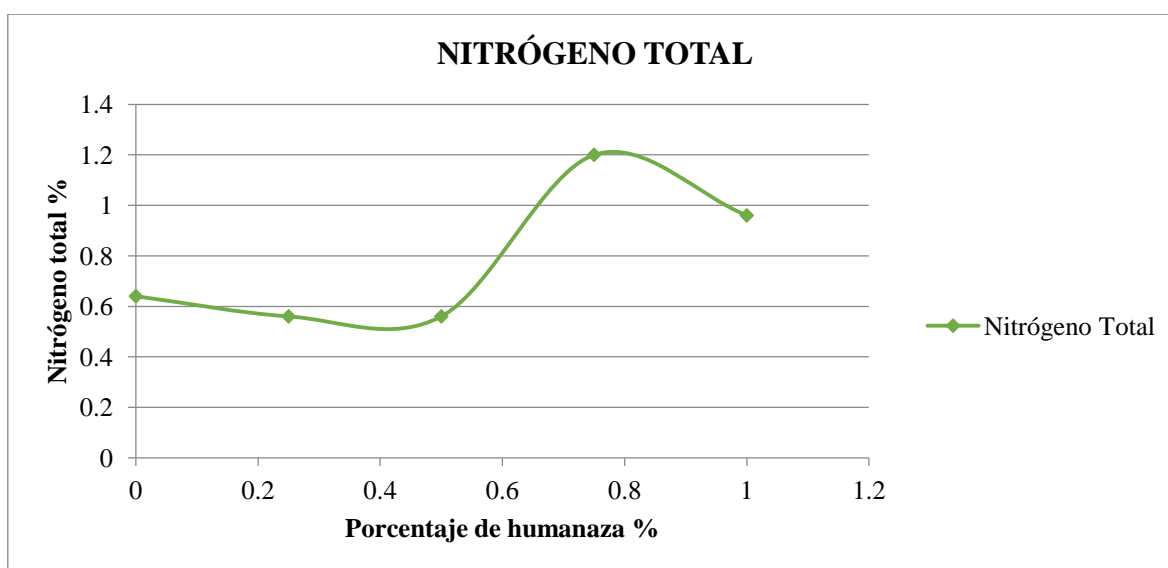
El carbón orgánico tuvo un comportamiento directamente proporcional a los valores de contenido de humanaza, cuando la proporción de humanaza aumenta, los valores de carbón orgánico también lo hacen, excepto en la mezcla 3.

En la proporción 100% humanaza, se presenta el valor más alto de carbono orgánico, esto refleja que la misma fue la fuente de acumulación de los residuos orgánicos (Instituto amazonico de investigaciones científicas, 2016).

Los valores más altos de carbono orgánico se encuentran en 100% y en 75% humanaza, esto porque las mezclas entran en un proceso evolutivo de la materia orgánica donde se sucede la acción simultánea de humificación. (García & Ballesteros, 2005), relacionándose con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas y el rendimiento sostenido de los cultivos (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008).

Para las especificaciones de abonos orgánicos la densidad aparente debe ser de mínimo 15%, al compararlo con la normatividad de gallinaza estuvo por debajo del valor recomendado y se acercó al valor encontrado para la porquinaza.

### Nitrógeno total



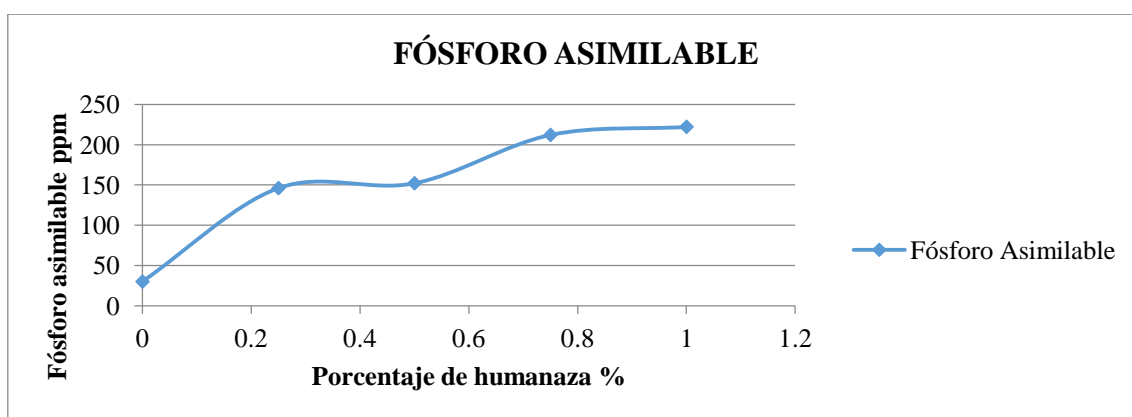
**Figura 3.** Comportamiento del nitrógeno total con respecto a cada proporción de mezcla.

**Fuente.** Autoras, 2016

Los valores de nitrógeno son medios y altos (anexo 9), siendo el nitrógeno el nutriente más importante en la fertilización de los suelos (UAM, 2016); estos valores de nitrógeno en las mezclas son suficientes para el crecimiento normal del cultivo, sin provocar contaminación por nitratos. Por otro lado no se presentó déficit del nutriente, de modo que el desarrollo biométrico de la planta fue normal. (UAM, 2016)

El nitrógeno proporciona un rendimiento adecuado del cultivo, produce succulencia y da el color verde a las hojas (Facultad de ciencias, 2010), lo que quiere decir que para una primera cosecha las mezclas 3 y 4 proporcionarían lechugas con mejores características organolépticas, pero para una segunda cosecha la mezcla 2 tendría mejores resultados.

## Fósforo asimilable



**Figura 4.** Comportamiento del fósforo asimilable con respecto a cada proporción de mezcla.

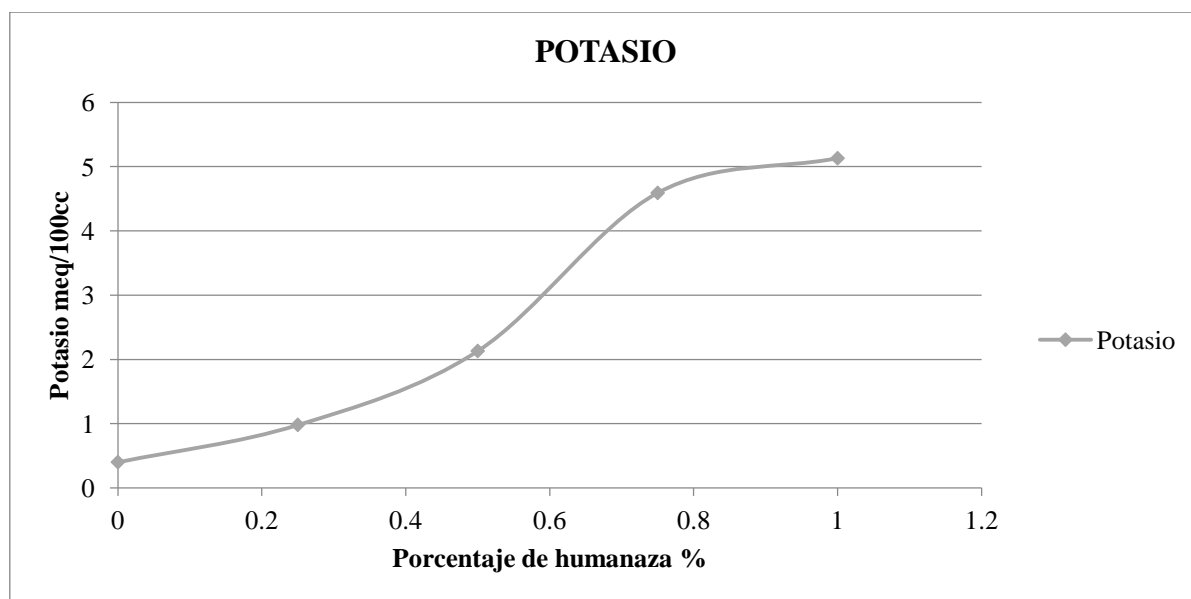
**Fuente.** Autoras, 2016

El contenido de fósforo asimilable es directamente proporcional a las proporciones de humanaza, excepto en la mezcla 3.

La mezcla 2 tiene un contenido ligeramente alto y las mezclas 3 y 4 tienen un contenido medio (con respecto al Anexo 9, en el cual se considera 312 ppm como un valor medio y 156ppm como un valor alto), esto indica que este nutriente se encontró en cantidades suficientes para la planta, pues el contenido de fósforo está relacionado con el crecimiento de las plántulas (Facultad de ciencias, 2010), y las plántulas con mejor crecimiento fueron las de las mezclas 3 y 4.

En la mezcla 4, hay un exceso de fósforo, cuando sucede esto, se presenta una interferencia con la asimilación de zinc, lo que lleva a un retraso del crecimiento de la planta (UAM, 2008), como evidentemente pasó con la planta medida en esta mezcla, pues esta estancó su crecimiento en los 22 cm, siendo una lechuga pequeña con respecto a las lechugas de las otras mezclas.

## Potasio



**Figura 5.** Comportamiento del potasio con respecto a cada proporción de mezcla.

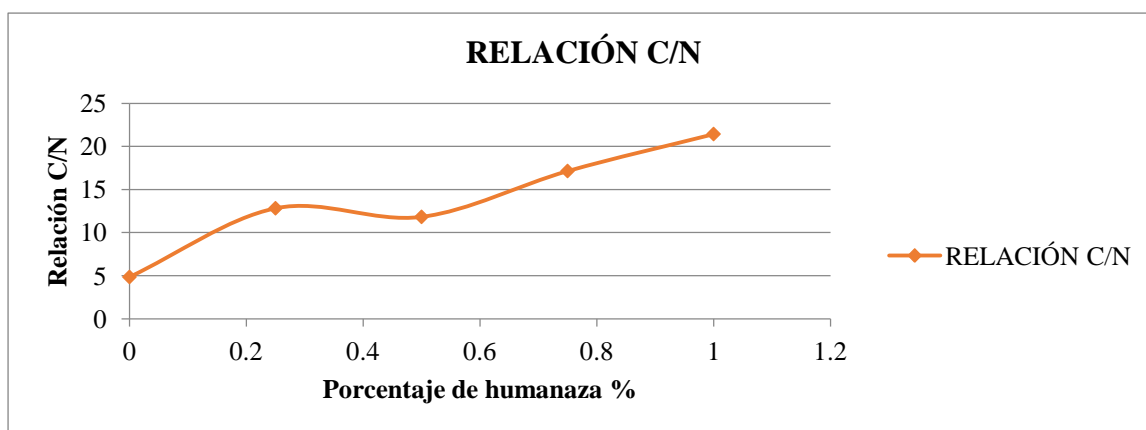
**Fuente.** Autoras, 2016

El potasio presenta una relación directamente proporcional con el porcentaje de humanaza, a mayor proporción de humanaza mayor es la cantidad de potasio, excepto en la mezcla 3.

El potasio en la humanaza pura, tiene un valor excesivo (anexo 9), sin embargo el potasio en el suelo tiene valores mucho mayores que lo que absorben las plantas, del cual solo un pequeño porcentaje está disponible (Hernández, Barbazán, & Perdomo, 2010).

Aunque este exceso provocara que la planta absorbiera un porcentaje de potasio mayor al adecuado, no se producen efectos negativos en la misma, y la fertilidad del suelo estaría en los niveles naturales (Inia, 2009). El valor del potasio encontrado en las mezclas estuvo por encima de las especificaciones de la NTC 5167.

## Relación C/N



**Figura 6.** Comportamiento de la relación carbono nitrógeno con respecto a cada proporción de mezcla.

**Fuente.** Autoras, 2016

La relación carbono nitrógeno es directamente proporcional con las proporciones de humanaza, mientras una aumenta la otra también lo hace, a excepción de la muestra 3.

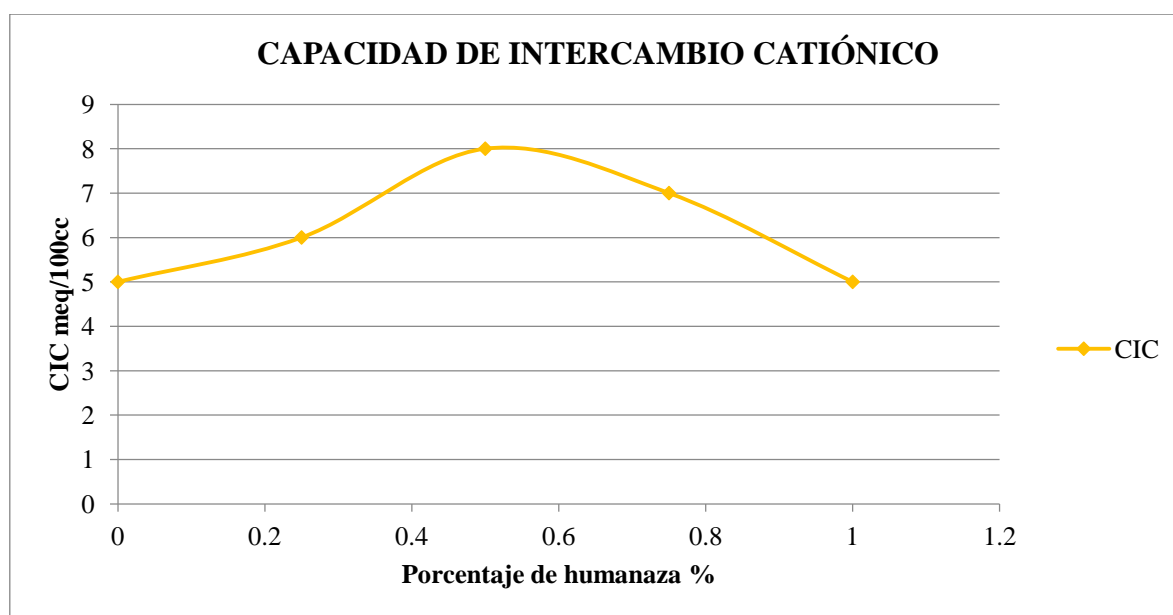
Según la figura 6 existió una relación baja de carbono nitrógeno en la muestra con 0% humanaza, pero en las otras mezclas la relación es alta, indicando que la humanaza se encontraba en estado maduro, pues un compost maduro debería tener una relación C/N <20 (Eco Engineers, 2011).

En las mezclas, se evidenció interacción de organismos como lombrices, marranitos, escarabajos, entre otros; si estos organismos reciben carbono y nitrógeno en una relación correcta, se reproducen rápidamente y consecuentemente, ayudan con la descomposición de la materia orgánica, acelerando el proceso. (Eco Engineers, 2011).

La NTC 2235 establece un límite superior en la relación C/N de 22.6, la humanaza presentó un valor de 21.43, cumpliendo con lo estipulado en la misma.



### Capacidad de intercambio catiónico (CIC)



**Figura 7.** Comportamiento de la capacidad de intercambio catiónico con respecto a cada proporción de mezcla de humanaza.

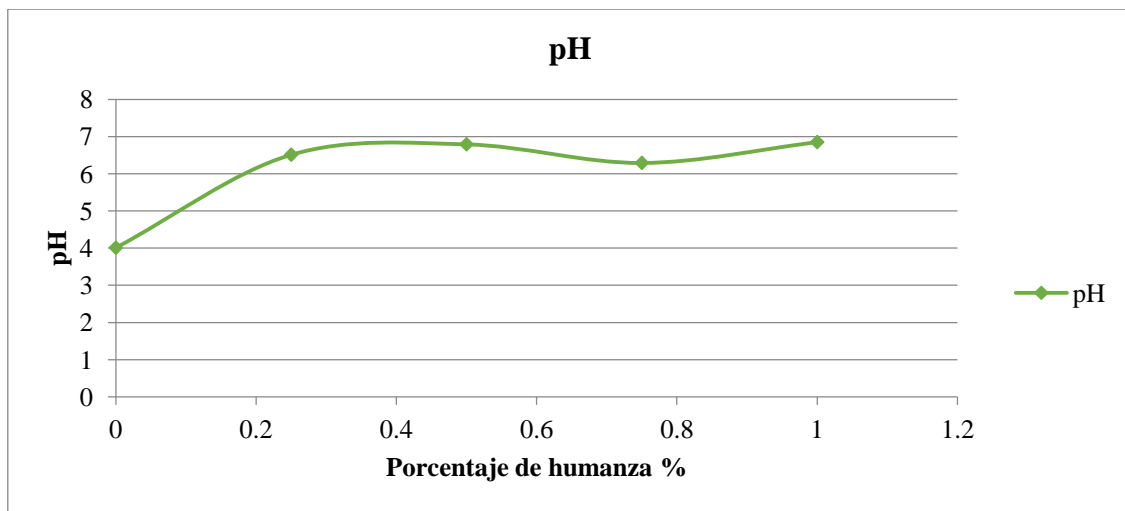
**Fuente.** Autoras, 2016

La capacidad de intercambio catiónico, presenta un comportamiento constante con respecto a las proporciones de mezcla de la humanaza, a excepción de la mezcla 3.

La mezcla con el mejor intercambio catiónico (CIC) fue la mezcla 3, pero en general en todas las mezclas tuvieron la CIC entre valores deficiente y baja (de acuerdo con el anexo 9), lo que quiere decir las mezclas no tienen un gran potencial para retener cationes (K, Ca, Mg, NH<sub>4</sub>, etc.) (Fertilizer, 2013). El problema de un bajo potencial de retención de cationes es que se necesita fertilizar con mayor frecuencia, el cultivo tiende a tener un menor rendimiento y tiene baja capacidad de amortiguamiento (Miliarium, 2010).

En el caso de la humanaza de acuerdo con la NTC 5167 no cumplió con la norma.

## pH



**Figura 8.** Comportamiento del pH con respecto a cada proporción de mezcla de humanaza.

**Fuente.** Autoras, 2016

De acuerdo a la figura 8 el pH de la mezcla 5 es ácido, ya que el suelo virgen fue obtenido de la montaña cerca de La Granja y es suelo de bosque (el pH para este tipo de suelos se encuentra entre 4.8 y 5.8) (Chinchilla, 2011).

El pH fue ligeramente ácido en las mezclas 2 y 4 y casi alcalino en la Mezcla 3. Esto indica que la humanaza contribuye a la neutralización del pH del suelo en todas las mezclas. Un suelo con pH adecuado no tiene problemas de fertilidad, tiene una mejor capacidad de amortiguamiento y permite un buen rendimiento del cultivo (Miliarium, 2010).

La humanaza se encontró en el rango establecido por la NTC 5167 (de 4-9), al tener la misma un pH casi neutro, lo que permitió que estuviera en el rango óptimo para el crecimiento de la lechuga (Muahlers, 2012).

### 11.5.2 Lechuga (*Lactuca Sativa*)

Para la lechuga se realizó el análisis de nitrógeno, ya que este componente en exceso puede llevar a implicaciones en la salud como la generación de células carcinogénicas (Jakszyn, 2006), el resto de macronutrientes no representan riesgos contundentes para la salud.

**Tabla 13.** Nitrógeno medido en la humanaza

Mezcla	Nitrógeno total
100%	0.34
50% Humanaza – 50% suelo	0.42

**Fuente.** Autoras, 2016

El nitrógeno es absorbido por las plantas principalmente como  $\text{NO}_3^-$  y en menor medida como  $\text{NH}_4^-$ . De acuerdo con esto, el nitrógeno presente en las plantas está como  $\text{NO}_3^-$  el cual interviene en la formación de nitrosaminas y por lo tanto existe un potencial cancerígeno. (Tecnicoagropecuaria, 2013).

En el Reglamento (CE) N° 563/2002 del Diario Oficial de las Comunidades Europeas se establece un máximo de 450 mg de  $\text{NO}_3^-$ /100g para lechugas cultivadas en invernadero, de acuerdo con los análisis de laboratorio realizados el contenido de  $\text{NO}_3^-$  en las lechugas fue de 0.34 mg  $\text{NO}_3^-$ /100g y de 0.42 mg  $\text{NO}_3^-$ /100g en la mezcla 1 y en la mezcla 3 respectivamente.

Esto quiere decir que el nitrógeno absorbido por la planta no representa ningún riesgo para la salud humana.

## 11.6 Análisis de Parámetros Microbiológicos

Se realizaron los análisis microbiológicos seleccionados en la matriz de priorización, para las mezclas y las lechugas.

### 11.6.1 Mezclas entre humanaza y suelo

A continuación se presentan los resultados de las pruebas de ausencia y presencia en cada una de las mezclas.

**Tabla 14.** Presencia o ausencia de bacterias en cada una de las proporciones de mezcla.

Mezcla	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Salmonella spp</i>	Coliformes Fecales
100% Humanaza	Ausente	Ausente	Presente
75 % Humanaza – 25% suelo	Ausente	Ausente	Presente
50% Humanaza – 50% suelo	Ausente	Ausente	Presente
25 % Humanaza – 75% suelo	Ausente	Ausente	Presente
100% Suelo	Ausente	Ausente	Ausente

**Fuente.** Autoras, 2016

No se encontró presencia de *Enterococcus faecalis* y *Salmonella spp*, esto indica que la humanaza no representa riesgo en la salud humana al contraer alguna enfermedad asociada a estas dos bacterias. Sin embargo, sí hay presencia de Coliformes Fecales, por ello se procedió a realizar un conteo específico de esta bacteria en las plantas.

### 11.6.2 Lechuga (*Lactuca Sativa*)

De acuerdo con la especificación del INVIMA para ensaladas de frutas y verduras, fue necesario realizar un conteo específico de las bacterias potencialmente patógenas, las cuales se encontraron en la matriz de priorización (INVIMA, 2015), esto se hizo para la lechuga cosechada en la mezcla 1, pues contenía el residuo orgánico puro.

Además el conteo específico también se realizó en la lechuga más grande del experimento, que fue cosechada en la mezcla 3, está por tener las mejores características para su comercialización.

**Tabla 15.** Conteo específico de bacterias en la lechuga cosechada en 100% humanaza

<b>LECHUGA COSECHADA EN 100% HUMANAZA</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Resultados</b>	<b>Especificación (Invima)</b>	<b>Cumplimiento</b>
Recuento de <i>Enterococcus</i> sp.(UFC/100cm <sup>3</sup> )	<10	*	No aplica
Número Más Probable de Coliformes Totales/(g ó cm <sup>3</sup> )	<3	150	si
Número Más Probable de Coliformes Fecales/(g ó cm <sup>3</sup> )	<3	<3	si
Búsqueda de <i>Salmonella</i> spp. /(25g)	Ausente	Ausente	si
Búsqueda de <i>Enterococcus faecalis</i> sp.(/25 g)	Ausente	*	No aplica

**Fuente.** Laboratorios Biotrends S.A.S., 2015

Los análisis de bacterias patógenas se realizaron, debido a que la normatividad estipula que si alguna fruta o verdura que se someta a un análisis microbiológico y obtenga resultados que no cumplen con las especificaciones para ensalada de frutas, inmediatamente deberá suspender su comercialización. (INVIMA, 2015).

Aunque hay presencia de Coliformes Fecales en las lechugas obtenidas, el conteo específico de esta bacteria cumplió con la normatividad estipulada por el INVIMA para frutas y verduras, indicando que no hay riesgos para su consumo en la salud humana.

Cuando se realizó la búsqueda de *Enterococcus faecalis*, no se encontró esta especie, sin embargo apareció otra especie de esta bacteria, para la cual se hizo el conteo pues puede causar infecciones comprometidas en el humano, además ha tenido la habilidad de adquirir resistencia a prácticamente todos los antibióticos en uso. (López, 2011).

El INVIMA no tiene especificación para *Enterococcus* en alimentos, pero La Organización Mundial De La Salud (OMS) establece como límite máximo permisible que el cuerpo resiste 137UFC/100cm<sup>3</sup> de esta bacteria; de manera que la lechuga no representa un riesgo en la salud humana por esta bacteria.

**Tabla 16.** Conteo específico de bacterias en la lechuga cosechada en 50% suelo-50%humanaza

<b>LECHUGA COSECHADA EN 50% SUELO- 50%HUMANAZA</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Resultados</b>	<b>Especificación (invima)</b>	<b>Cumplimiento</b>
Recuento de <i>Enterococcus sp.</i> (UFC/100cm <sup>3</sup> )	<10	*	No aplica
Número Más Probable de Coliformes Totales/(g ó cm <sup>3</sup> )	<3	150	si
Número Más Probable de Coliformes Fecales/(g ó cm <sup>3</sup> )	<3	<3	si
Búsqueda de <i>Salmonella spp.</i> /(25g)	Ausente	Ausente	si
Búsqueda de <i>Enterococcus faecalis sp.</i> /(25 g)	Ausente	*	No aplica

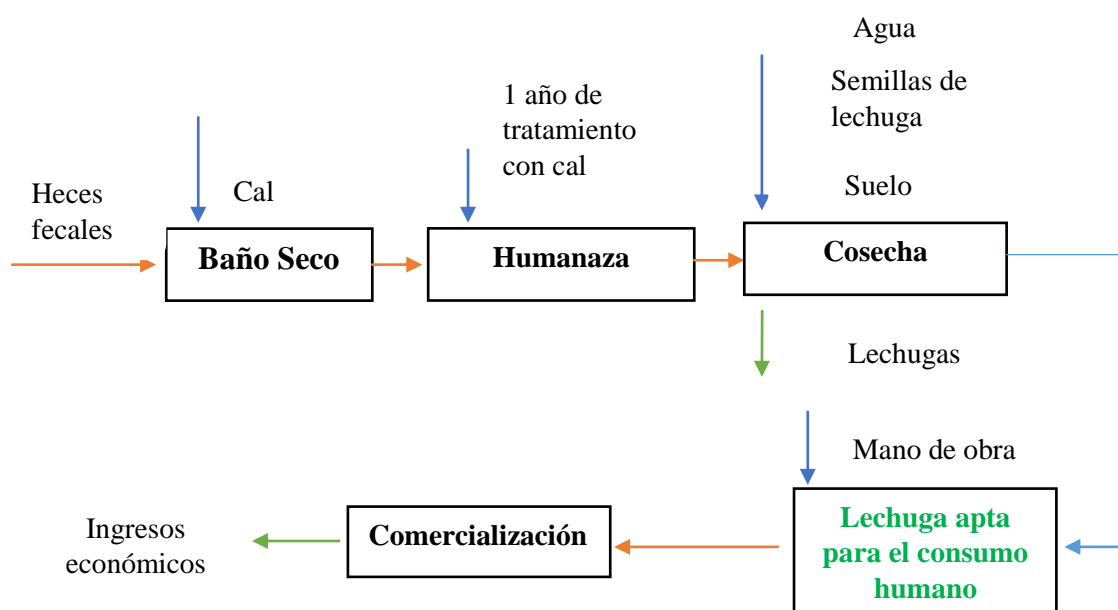
**Fuente.** Laboratorios Biotrends S.A.S., 2015

Para la lechuga con las mejores características biométricas (cosechada en la mezcla 3), se encontraron los mismos valores de conteo específico de bacterias que para la lechuga cosechada en el residuo puro (100% humanaza), de manera que la humanaza pura y en mezcla cumple con la normatividad de bacterias patógenas para consumo humano.

### 11.7 Aspecto Social

Además de evaluar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y biométricas de la humanaza y del cultivo piloto, se evaluó el ámbito social para determinar la influencia del residuo en el desarrollo de la vida de los habitantes de La Granja.

A continuación se presenta un diagrama de entradas y salidas, para saber qué repercusiones tiene la humanaza en un proceso productivo.



**Ilustración 15.** Diagrama de entradas y salidas del proceso productivo de la humanaza como residuo orgánico aprovechable en un cultivo piloto de *Lactuca Sativa*.

**Fuente.** Recopilado por autoras

Como se observa en la ilustración 9, al utilizar la humanaza como residuo orgánico aprovechable, se puede generar una nueva unidad productiva, en donde los productores en este caso los habitantes de La Granja, pueden incluso comercializar un producto final, para generar ingresos económicos.

Por otro lado, se comprobó que este proceso no deja ningún residuo secundario que repercuta al medio ambiente, y el finalmente se pueden obtener ganancias de la comercialización del producto final, generando así una nueva unidad productiva para La Granja.

A continuación se muestra una tabla en donde se realizó un análisis de ciclos de cosecha, para saber si este residuo se puede utilizar en una o más cosechas, dependiendo de su nivel nutricional.

**Tabla 17.** Comparación de los valores teóricos con los valores experimentales de los nutrientes en cada una de las mezclas.

<b>Nutrientes</b>	<b>Valores teóricos</b>	<b>Mezcla con 25% Humanaza</b>	<b>Mezcla con 50% Humanaza</b>	<b>Mezcla con 75% Humanaza</b>	<b>100% Humanaza</b>
<b>Carbono orgánico (%)</b>	16	7.18	6.62	20.57	20.57
	Ciclos de cosecha	1	1	2	2
<b>Nitrógeno total (%)</b>	0.8	0.56	0.56	1.2	0.96
	Ciclos de cosecha	1	1	2	2
<b>Fósforo asimilable (ppm)</b>	156	146	152	212	222
	Ciclos de cosecha	1	1	2	2
<b>Potasio (me/100)</b>	0.96	0.98	2.13	4.59	5.13
	Ciclos de cosecha	2	3	5	6

**Fuente.** Recopilado por autoras

En la tabla 17 se recopilaron los valores de los nutrientes requeridos para un cultivo de lechuga, y se compararon con respecto a cada una de las proporciones de mezcla.

Se tomó en cuenta una primera cosecha, ya que los análisis de los nutrientes se realizaron después de terminada la misma.



La humanaza pura y en mezcla al 75% con el suelo seleccionado se puede utilizar hasta dos veces para la siembra de lechuga. En cuanto al contenido de potasio, este está en exceso para ambas mezclas, por ello si se quiere realizar una tercera siembra, se recomienda utilizar un fertilizante bajo en potasio, para evitar problemas en la absorción de otros nutrientes como el Mg interfiriendo así con el balance de nutrientes.

Las otras dos mezclas sólo se pueden utilizar para una cosecha, posteriormente se recomienda volver a fertilizar el suelo para que éste tenga las condiciones óptimas para una próxima cosecha. Además de generar un nuevo proceso productivo, la humanaza se puede utilizar en más de una siembra lo que puede generar mayores ingresos a los habitantes de La Granja.

También se realizó una entrevista a los habitantes de La Granja (anexo 10), en la cual se evidenció la forma en que trabajan la humanaza, y lo que piensan respecto a su proceso. A continuación se presenta un análisis basado en dicha entrevista.

La Granja es un espacio donde el visitante está en constante aprendizaje acerca de técnicas de agricultura tradicional como el policultivo, la reutilización de residuos orgánicos y la utilización de semillas orgánicas para obtener productos libres de químicos nocivos para la salud.

La directora de La Granja Rosa Poveda, deduce que la utilización de la humanaza como residuo orgánico aprovechable inclusive como sustrato es una práctica que lleva al cambio de pensamiento y a una revaloración de la naturaleza y su relación con el hombre, esto en el sentido en el que el humano le devuelve a la tierra lo que en algún momento tomó. Esta es una práctica que lleva a un desarrollo sostenible (Gallopín, 2003).

Además, como se ha mencionado con anterioridad, el baño seco es una alternativa económica, que soluciona el problema de disposición de excretas y que con el debido manejo permite la reutilización de las mismas como residuo orgánico aprovechable (Montecinos &

Hecke, 2009). Esto para La Granja significa que pueden utilizar la humanaza para sus propios cultivos y al tener la información de sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, pueden comercializar la humanaza y los productos que obtengan de la siembra con esta.

Una organización como La Granja es un agente de cambio, no sólo porque ellos mismos aplican prácticas de producción sostenibles sino porque una de sus misiones es mantener un constante intercambio de saberes con otras comunidades, Rosa Poveda ha logrado viajar a países como Italia y Alemania (entre otros) para dejar el legado de La Granja. Teniendo en cuenta esta iniciativa, la técnica del baño seco se puede enseñar en poblaciones que no cuenten con un sistema de saneamiento eficiente y de esta manera mejorar su calidad de vida al implementar el baño seco (Rodríguez, 2008).

### 11.8 Matriz de viabilidad ambiental

Se diseñó una matriz que contempló los componentes biótico, abiótico y social dentro del proyecto, cada componente tuvo diferentes elementos e indicadores para la calificación final y determinación de la viabilidad ambiental de la humanaza como residuo orgánico aprovechable.

Se realizó una tabla en donde se estipularon los rangos y valores de evaluación en la matriz:

**Tabla 18.** Valores de calificación para la matriz de viabilidad ambiental

Rango	Valoración
1 – 2	Malo
2.1 – 3	Regular
3.1 – 4	Bueno
4.1 - 5	Excelente

**Fuente.** Autoras, 2016

A continuación se presenta la matriz de viabilidad ambiental.

**Tabla 19.** Matriz viabilidad ambiental

Componente abiótico

COMPONENTE	ELEMENTO	INDICADOR	HUMANAZA	PUN-TAJE	PUN-TAJE	PUN-TAJE
ÁBIOTICO	SUELO	Propiedades físicas	Mejoró la densidad aparente en el suelo, contribuyendo a una mejor estructura y porosidad en las mezclas.	4,5	4,2	3,1
		Propiedades químicas	Aportó al contenido de macronutrientes (N, P, y K), neutralizó el pH del suelo, aumentó el carbono orgánico (estimuló la acción biológica) y mejoró la relación C/N con respecto al suelo virgen. La CIC del suelo no se mejoró.	3,8		
	AGUAS SUBTERRÁNEAS	Deterioro de la calidad del agua	Infiltración de los nutrientes a los acuíferos, sobre todo del que se encontraba en exceso (potasio). Además, aporte de Coliformes fecales.	2,7	2,7	
	AGUAS SUPERFICIALES	Deterioro de la calidad del Agua	Por acción de la escorrentía, pueden llegar los nutrientes de la humanaza a los cuerpos de agua si se utiliza a gran escala. Además pueden llegar microorganismos patógenos, aunque en baja o nula cantidad.	2,7	2,7	
	AIRE	Cambio en la Calidad del aire	Generación de malos olores, bioaerosoles y compuestos orgánicos volátiles durante el tratamiento de la humanaza.	2,7	2,7	

**Fuente.** Autoras, 2016

Continuación Tabla 19. Matriz viabilidad ambiental componente biótico.

COMPONENTE	ELEMENTO	INDICADOR	HUMANAZA	PUN- TAJE	PUN- TAJE	PUN- TAJE
SOCIAL	COMUNIDADES	Salud	Puede haber contaminación cruzada, si no se utilizan las medidas mínimas de seguridad para el tratamiento de la humanaza.	3,5	4,1	4,1
		Saneamiento Básico	La humanaza representa una solución al problema de saneamiento rural, al ser un tratamiento para las heces fecales por medio de los baños secos.	4,7		
		Educación	El proceso de aprovechamiento de las heces fecales contribuye a la concientización de las poblaciones, acerca del adecuado manejo de los residuos fisiológicos.	4		
		Empleo	La humanaza al ser aprobada como residuo orgánico aprovechable puede ser comercializada.	4		
		Bienes y Servicios	Al usarse la humanaza como residuo orgánico aprovechable en la agricultura, se pueden ofrecer productos agrícolas orgánicos.	4		
		Paisaje	Si se remplazan los pozos sépticos y literas por baños secos, se mejora la calidad visual del paisaje.	4,3		
		PROMEDIOS		3,8	3,6	3,6

**Fuente.** Autoras, 2016

En el componente abiótico se estableció la importancia del conocimiento y el adecuado manejo de la humanaza como residuo orgánico aprovechable. Para aire, se obtuvo un valor regular, pues cualquier error humano podría ocasionar un accidente por manejo inadecuado de la humanaza; sin embargo se observó que la humanaza mejora las propiedades fisicoquímicas del suelo, en donde juega un papel importante la densidad aparente de las mezclas.

El componente social sobresalió en el ítem de saneamiento básico, pues el tratamiento de la humanaza fue una alternativa de implementación benéfica, comparada con las técnicas tradicionales.

El componente con menor calificación fue el abiótico, pues los recursos agua y aire, se pueden ver afectados por eventos adversos que se presenten durante el proceso de transformación de la humanaza.

El componente social tuvo un puntaje excelente (según los valores de la tabla 18), pues este estipuló todos los beneficios que puede traer a la comunidad la adopción de la humanaza como residuo orgánico aprovechable.

Los promedios finales fueron valores buenos (según los valores de la tabla 18), que determinaron que la humanaza es viable ambientalmente como residuo orgánico aprovechable, en el cultivo piloto de este proyecto.

## 12.CONCLUSIONES

- ✓ La humanaza proporciona una buena cantidad de nutrientes y de materia orgánica. De acuerdo con la tabla del Anexo 9, esta cumplió con cinco de los ocho parámetros que se evaluaron, lo cual indica que cumple satisfactoriamente con más de la mitad de los criterios evaluados.
- ✓ A pesar de no haber legislación vigente para la evaluación de parámetros fisicoquímicos específicamente para la humanaza, por medio de las tablas de priorización se pudo llegar a ocho parámetros criterio: densidad aparente, carbono orgánico, nitrógeno total, fósforo asimilable, potasio, relación C/N, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y pH, logrando así desarrollar una metodología que agrupara los criterios manejados en las diferentes normas y cartillas técnicas.
- ✓ La mezcla en la que el cultivo de lechuga presentó las mejores características biométricas, fue la 3 (50% humanaza – 50% suelo), además de tener el mejor valor de intercambio catiónico que se atribuye a un mejor potencial de intercambio de nutrientes.
- ✓ En el cultivo piloto fue de gran importancia tener un testigo y el residuo puro, ya que fueron el marco de referencia para determinar cómo complementaba la humanaza al suelo de acuerdo a las diferentes proporciones.
- ✓ Fue necesario tener el cultivo bajo condiciones controladas (invernadero) para así evitar la influencia del cambio de los factores climáticos en el crecimiento de las plantas. Por ejemplo, mantener las condiciones de humedad, permite que la actividad microbiana se mantenga durante la cosecha.
- ✓ Todas las lechugas cosechadas cumplieron con las características biométricas estipuladas por la normatividad.

- ✓ Al analizar las lechugas se encontró que según las especificaciones del INVIMA, a pesar de que hay Coliformes fecales, su cantidad no representa un riesgo para la salud humana. Por otro lado, la cantidad de  $\text{NO}_3^-$  es insignificante con respecto al valor que puede representar una amenaza para el consumo humano.
- ✓ De acuerdo con la evaluación total en la matriz de viabilidad ambiental, se obtuvo un valor de 3.7, valor que representa que la humanaza genera consecuencias positivas a los diferentes componentes del ambiente, sobre todo al componente social, el cual tuvo el mejor promedio de los tres. Las consecuencias negativas son poco significativas frente a los beneficios que trae la implementación de la humanaza como residuo orgánico aprovechable. Esto quiere decir que el baño seco es una opción válida para tratar las excretas humanas permitiendo un cierre del ciclo sin consecuencias negativas a gran escala sobre el ambiente.
- ✓ La humanaza producida en La Granja, se puede utilizar hasta dos veces para sembrar lechuga (tabla 17); sí se utiliza en mezcla con proporción del 75% del residuo.
- ✓ La construcción de una matriz de viabilidad ambiental, permitió establecer un análisis con mayor especificidad, para la determinación de la humanaza como residuo orgánico aprovechable.
- ✓ La humanaza como residuo orgánico aprovechable, proporciona un ciclo productivo cerrado, suministrando una nueva unidad productiva que puede generar ingresos económicos a La Granja.
- ✓ Para llevar a cabo el cultivo piloto, fue una buena decisión sembrar varias semillas, ya que siempre se corre el riesgo de que algunas semillas no germinen.
- ✓ Aunque no hay normatividad estipulada por el INVIMA para *Enterococcus*, fue necesario realizar el conteo para prevenir cualquier infección por esta bacteria, y

aprovechar la normatividad de la OMS, confirmando que la humanaza de La Granja es apta para sembrar lechuga para consumo humano.

### **13.RECOMENDACIONES**

- ✓ Antes de aplicar la humanaza en un suelo, es necesario evaluar los parámetros fisicoquímicos iniciales tanto del suelo como de la humanaza, para poder determinar en qué cantidad es necesario aplicarla para evitar el exceso o el déficit de nutrientes.
- ✓ Se debe tomar en cuenta que aun así tomando ciertas precauciones se pueden contraer enfermedades si las personas no manejan el residuo de manera apropiada, por ejemplo usando tapabocas y guantes para manipularlo.
- ✓ Evidentemente hubo una contaminación cruzada (de las mezclas a la planta) de agentes patógenos (*Coliformes fecales* y *enterococcus*) lo cual se puede evitar si durante el proceso de descomposición se utiliza amoníaco, si se dejan más de un año las heces almacenadas en la cámara del baño seco con una apropiada ventilación y si se aplica cierta cantidad de ceniza o cal para neutralizar el pH.
- ✓ Debido a las características fisicoquímicas de la humanaza, no es recomendable utilizarla pura, puesto que hay exceso de algunos nutrientes, además se sobre utiliza el sustrato y el rendimiento biométrico no es el mejor.
- ✓ Al tener la humanaza una valoración positiva en la matriz de viabilidad ambiental, se puede empezar un proceso de comercialización de la misma ya que es un producto que cumple con la normatividad vigente y puede ser atractivo para granjas de productos orgánicos.
- ✓ Comparando este residuo orgánico con los agroquímicos disponibles en el mercado, resulta ser una alternativa más amigable con el medio ambiente debido a que hasta ahora no ha sido comprobado que represente un riesgo para la salud humana.



- ✓ Es necesario tener en cuenta el tiempo de cosecha de la lechuga (4 meses) para realizar los análisis de la misma ya que pasado este tiempo la lechuga ya no tiene las propiedades nutricionales y organolépticas aptas para el consumo humano.
- ✓ Si se va a realizar una sola cosecha, se recomienda utilizar la humanaza al 50% (por ser la mezcla que obtuvo el cultivo con mejor rendimiento biométrico), sin embargo si se desea realizar más de una cosecha, se recomienda utilizar la mezcla con el 75% humanaza, ya que tiene la cantidad de nutrientes necesarios para tal fin.
- ✓ Tomando en cuenta que la humanaza sí es un residuo orgánico aprovechable, se debería hacer un estudio más exhaustivo de los valores límites en sus características fisicoquímicas para generar un marco normativo que regule su calidad.
- ✓ Al manejar este tipo de residuos se debe evitar la contaminación por fuentes externas como el agua de riego, por ello se recomienda usar agua potable para su riego, la cual no tiene agentes patógenos.

## 14.BIBLIOGRAFÍA

### Libros

Azoteas verdes. (2013). *Curso intensivo de agricultura urbana*. Guadalajara: ARVOL.

Campos, R. (2012). Manual de suelos. Guías de laboratorio y campos. Apuntes de clase. Bogotá: Universidad de La Salle.

Castillo, L. C. (2002). *Sanitario Ecológico Seco: manual de diseño, construcción, uso y mantenimiento*. Guadalajara.

Clean up the world. (2013). *Residuos orgánicos*. Sidney. Grueso, N. C., & Perdomo, M. C. (2012). Implementación del programa de sanitarios ecológicos como estrategia para disminuir enfermedades en el corregimiento de Camalito del municipio de Pereira. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira (trabajo de grado)

Domingo, A. M. (2009). *La agricultura y su evolución a la agroecología*. Valencia: Obra propia.

Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago de Chile: CEPAL.

Gutiérrez, a. m. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los alcornocales*. Sevilla : csic. (trabajo de grado)

Inia. (2009). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España*. España: magrama. (Guía)

Mendoza, e. h. (2013). Densidad real aparente y porosidad del suelo. Academia. (Trabajo de grado)

Montecinos, V. G., & Hecke, F. J. (2009). Unidades sanitarias secas: una solución aconómica y ambientalmente sustentable para el saneamiento básico. Valparaíso, Chile: Cooperativa de Trabajo para el Desarrollo Sustentable TerritorioSur .

Montes, A. K. (2009). *Análisis de la contribución de los sanitarios secos al saneamiento rural*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana (trabajo de grado).

Orozco, C.; Pérez, A.; Gonzáles, M. N.; Rodríguez, F.; Alfayate, J., *Contaminación Ambiental. Una visión desde la química*, tercera edición, Thomson Editoriales Spain Paraninfo, S.A. 2005.

Pedreño, N., Herrero, M., Lucas, G., & Beneyto, M. (1995). *Residuos orgánicos y agricultura*. Murcia: Universidad de Alicante.

Rodríguez, C. L. (Febrero de 2008). Representaciones sociales de higiene y disposición de excretas, el caso de la introducción de sanitarios ecológicos secos en Quibdó y Tumaco. Bogotá: Universidad de los Andes (trabajo de grado)

Quintero, J. J. (1977). *La lechuga*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Sobrero, M. C., & Ronco, A. (2004). Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. En Varios, *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones*. (págs. 55-67). Vancouver: IDRC.

Strauss, M., & Blumenthal, U. J. (1990). *Human waste use in agriculture and aquaculture*. Duebendorf: IRCW.

Tur, A. A. (2001). *Sociología Ambiental*. Alicante: Grupo editorial universitario.

Villa, M. F. (2010). *Baños secos: gestión y aprovechamiento de residuos*. Catalunya: universidad Politécnica de Catalunya.

## Revistas

Bermúdez, C. I. (1999). Manejo de resisudos sólidos. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 135-144.

Costa, C. a. (2009). ¿Ética ecológica o medioambiental? *Acta Amazónica*, 35-40.

Devkota, J., Schlachter, H., Anand, C., Phillips, R., & Apul, D. (2013). Development and application of EEAST: A life cycle based model for use of harvested rainwater and composting toilets in buildings. *Journal of Environmental Management* , 397-404.

Domingo, J. L., & Nadal, M. (2008). Domestic waste composting facilities: A review of human health risks. *Environment International* , 382-389.

Fidjeland, J., Magri, M. E., Jönsson, H., Albiñ, A., & Vinneras, B. (2013). The potential for self-sanitisation of faecal sludge by intrinsic ammonia. *Water research*, 6014-6023.

García, & ballesteros. (2005). evaluación de parámetros de calidad para la determinación de carbono orgánico en suelos. *revista colombiana de química*.

Granada, E. G., Mézquita, M. O., Bautista, G. R., & Valencia, H. (2001). Fusarium oxysporum: El hongo que nos hace falta conocer. *Acta Biológica Colombiana* , 7-25.

Latgé, J.-P. (1999). Aspergillus fumigatus and Aspergillosis. *Clinical Microbiology Reviews* , 310-350

Liu, Y., Huang, J.-k., & Zikhali, P. (2013). Use of human excreta in rural China. *Journal onf Integrative Agriculture* , 434-442.

Martinez , E., Fuentes , J., & Acevedo , E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo . *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, Scielo* , 68-96.

Perdomo, C., & Barbazán , M. (2002). *Area de suelos y aguas, catedra de fertilidad*. Montevideo: Universidad de la Republica.

Quazi, A. R. (2008). The reuse of human excreta in Bangladesh. *Rural Sanitation* , 247-242.

Shiming, L. (2002). *The utilizations of human excreta in chinese agriculture and the challenge faced*. Cantón: Ecological Sanitation Research.

Ubaque, C. A., Bohórquez, M. L., & Ubaque, J. C. (2014). Sanitario seco: una alternativa para el saneamiento básico en zonas rurales. *Salud Pública* , 629-638.

Ullé, J., Fernandez, F., & Rendina, A. (2009). Evaluación analítica del vermicompost de estiércoles y residuos de cereales y su efecto como fertilizante orgánico en el cultivo de lechuga mantecosa. *Informe Técnico del centro regional Buenos Aires* , 73-76.

## Cibergrafía

Alcaldía de Envigado. (Julio de 2011). *Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos*. Recuperado el Marzo de 2016, de [http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia\\_residuos.pdf](http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf)

Aruani, M., Gili, P., Fernandez, L., Gonzales, R., Reeb, P., & Sánchez, E. (2008). *utilizacion del nitrogeno en diferentes manejos de fertilización en lechuga (lactuca sativa l.) y su efecto sobre algunas variables biológicas del suelo, neuquen - argentina*. río negro: agrosur.

Asociación nacional de empresarios de colombia. (2013). *andi, diseño jeduca tecnología comunicaciones*. obtenido de <http://www.andi.com.co/es/gai/guiinv/medamb/paginas/girs.aspx>

Bertona, a. m. (2013). *¿cómo se hace una evaluacion de impacto ambiental?* obtenido de <http://www.ambiente-ecologico.com/revist56/berton56.htm>

Bitstream. (2014). *metodologías de evaluación de impacto ambiental* . obtenido de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04lagl04de09.pdf;jsessionid=95352fd3379e910e2dbe86d1f5322512.tdx1?sequence=4>

Clean up the world. (s.f.). *Clean up the world*. Recuperado el 16 de Agosto de 2015, de [http://www.cleanuptheworld.org/PDF/es/organic-waste\\_residuos-org-nicos\\_s.pdf](http://www.cleanuptheworld.org/PDF/es/organic-waste_residuos-org-nicos_s.pdf)  
DANE. (2013). *Encuesta Nacional de calidad de vida*. Bogotá: DANE.

Corporación ambiental empresarial . (2008). *manejo adecuado de residuos sólidos y procesos de reciclaje* . obtenido de <https://blogvillapinzon.wordpress.com/2012/12/10/manejo-adecuado-de-residuos-solidos-y-procesos-de-reciclaje-2>

Dellavedova, m. g. (2011). *guia metodologica para la elaboracion de una evaluacion de impacto ambiental*. argentina: altomirano yantorno.

Departamento de Administración y Planeación. (2014). *Gobernación de Antioquia*. Obtenido de [http://antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/planeacion/descargas/banco\\_proyectos/Viabilidad\\_de\\_un\\_Proyecto.pdf](http://antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/planeacion/descargas/banco_proyectos/Viabilidad_de_un_Proyecto.pdf)

Eco Engineers. (2011). *Bakhus*. Obtenido de [http://www.backhus.com/7-4-Glossar-Kompostierung.html?slice\\_id=3078](http://www.backhus.com/7-4-Glossar-Kompostierung.html?slice_id=3078)

Erosky consumer . (2015). *hortalizas y verduras, guía práctica de verduras* . obtenido de <http://verduras.consumer.es/lechuga/introduccion>

FAO. (2015). *Depósito de documentos de la FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/009/y5307s/y5307s04.htm>

Facultad de ciencias. (2010). Facultad de ciencias. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Nutrientes%20del%20suelo.pdf>

Fertilizer. (2013). Smart! Fertilizaer manager. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/Cation-Exchange-Capacity>

Fertilizer. (2007). Smart! fertilizer manager. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/zinc-in-plants>

Global Footpprint Network. (12 de Marzo de 2015). *Global Footpprint Network*. Obtenido de [http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/world\\_footprint/](http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/world_footprint/)

Hannna Instruments. (27 de febrero de 2016). *Importancia del pH en la Fertilidad del Suelo*. Obtenido de <http://www.boletines.hannainst.com.mx/divisiones-hanna/item/importancia-del-ph-en-la-fertilidad-del-suelo>

Haya, C. (30 de Febrero de 2015). Obtenido de <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

Hernández, barbazán, & perdomo. (2010). *Potasio*. Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/potasio.pdf>

Infoagro. (s.f.). *Infoagro*. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>

Instituto Amazónico de investigaciones científicas. (25 de febrero de 2016). *Carbono orgánico en el suelo*. Obtenido de <http://www.sinchi.org.co/index.php/2013-09-03-20-10-50/411-zonificacion-guainia-vaupes-y-amazonas-2012/variables-submodelo-fisico/2095-carbono-organico-en-el-suelo>

Interempresas media s.l. (2016). *frutas y hortalizas* . obtenido de <http://www.frutas-hortalizas.com/hortalizas/presentacion-lechuga.html>

INVIMA. (25 de septiembre de 2015). Parámetros Microbiológicos de Alimentos. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/171008149/Parametros-Microbiologicos-de-Alimentos>

León, Maria Jesús. (9 de Enero de 2012). *Huerto de Urbano*. Obtenido de <http://huertodeurbano.com/como-cultivar/lechuga/>

López, I. (20 de Diciembre de 2011). *Acidez de estómago: bacterias que viven en el jugo gástrico*. Obtenido de <http://microbioun.blogspot.com.co/2011/12/acidez-de-estomago-bacterias-que-viven.html>

Miliarium. (2010). Miliarium. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Suelos/AcidificacionSuelos.htm>

Movimiento regional por la tierra. (2014). *información geo-referencial y clasificación del caso*. obtenido de <http://www.porlatierra.org/casos/ver/24/georeferencial>

Muahlers. (Enero de 2012). *Huerto de urbano*. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://huertodeurbano.com/como-cultivar/lechuga/>

NTC1064. (2004). *frutas y hortalizas frescas.lechuga*. bogotá: icontec.

OMS. (2006). WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater. Geneva: WHO.

Organización Panamericana de la salud. (22 de Diciembre de 2015). *Guía de orientación en saneamiento básico para municipios rurales y pequeñas comunidades* . Obtenido de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm>

Plantas y Jardín. (s.f.). *Pasión por la jardinería*. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de <http://plantasyjardin.com/2011/09/sustratos-organicos/>

Portland State. (2010). *Ecoplexity*. Obtenido de <http://ecoplexity.org/?q=node/596>

Poveda, R. E. (2008). *Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas*. Recuperado el Marzo de 2016, de <http://ecoescuelamutualitos.blogspot.com.co/>

Poveda, r. (2014). *blog Granja Escuela Agroecológica Mutualitas y Mutualitos*. obtenido de <http://ecoescuelamutualitos.blogspot.com.co/>

PTAR Salitre. (30 de Octubre de 2015). *Guía conceptual sobre la PTAR Salitre*. Obtenido de [http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/PTAR/guia\\_concPTARSalitre.pdf](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/html/resources/PTAR/guia_concPTARSalitre.pdf)

Sampedro, Y. G. (25 de Agosto de 2010). *Análisis microbiológicos. Medios de cultivo: tipos*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-analisis-clinicos/analisis-microbiologicos-medios-cultivo-tipos>

Secretaría de ambiente gobernación de cundinamarca. (2011). *programa de protección y preservación de áreas que surten acueductos veredales y/o municipales, municipio de villapinzón*. obtenido de <https://blogvillapinzon.wordpress.com/2012/12/10/manejo-adecuado-de-residuos-solidos-y-procesos-de-reciclaje-2/>

Suarez, H. (17 de Octubre de 2009). *Baños Secos: Limpios, Ecologicos y sin necesidad de agua*. Obtenido de <https://llamadoalaconciencia.wordpress.com/2009/10/17/banos-secos-limpios-ecologicos-y-sin-necesidad-de-agua/>

Taal, G. (2015). *Ambientum, el portal profesional del medio ambiente* . Obtenido de [http://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/suelos/relacion\\_carbono\\_nitrogeno.asp](http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/suelos/relacion_carbono_nitrogeno.asp)

Tecnicoagricola. (2013 de Abril de 2013). *Ciclo del nitrógeno en el suelo*. Obtenido de <http://www.tecnicoagricola.es/ciclo-del-nitrogeno-en-el-suelo/>

Tovar, L. J. (31 de octubre de 2012). *UNAM*. Obtenido de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/micologia/aspergilosis.htm>

Torres, M. (7 de Enero de 2016). *funcionamiento del K en el sistema suelo-planta*. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Funcionamiento%20del%20K%20en%20el%20sistema%20suelo-planta.asp>

UAM. (2008). Recuperado el Marzo de 2016, de <https://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/macro/fosforo.htm>

UNAD. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental definitivo*. Obtenido de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material\\_en\\_linea/leccin\\_12\\_componente\\_bitico.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/leccin_12_componente_bitico.html)

Universidad de Navarra. (s.f.). *Herbario de la Universidad Pública de Navarra*. Recuperado el 21 de Mayo de 2015, de <http://www.unavarra.es/herbario/htm/plantula.htm>

Valdés, A. (2015). *Contenido de nitratos en lechuga (Lactuca sativa L.) cultivada en la 3ª Zona de Riego del Río Mendoza*. Mendoza.

Wordpress. (2010). *Definición.de*. Obtenido de <http://definicion.de/parametro/>

Worldagroforestry. (s.f.). *Worldagroforestry*. Recuperado el 19 de Mayo de 2015, de <http://www.worldagroforestry.org/NurseryManuals/CommunityESP/LosNutrientes.pdf>

## **15.ANEXOS**

- Anexo 1. Registro fotográfico de la evolución mensual de la lechuga
- Anexo 2. Resultados fisicoquímicos de las mezclas por parte del laboratorio Dr. Calderón.
- Anexo 3. Análisis simple por parte del laboratorio Dr. Calderón
- Anexo 4. Resultados microbiológicos de las plantas por parte del laboratorio Biotrends S.A.S.
- Anexo 5. Resultados de Nitrógeno de las lechugas por parte del laboratorio Biotrends S.A.S.
- Anexo 6. Certificado de calidad de Laboratorios Dr. Calderón
- Anexo 7. Certificado de calidad de Laboratorios Dr. Calderón
- Anexo 8. Tabla de evaluación de los parámetros fisicoquímicos con respecto a la normatividad.
- Anexo 9. Tabla de valores máximos permisibles de parámetros fisicoquímicos por Labs. Dr. Calderón.
- Anexo 10. Entrevista sobre la humanaza a los habitantes de La Granja



## Anexo 1. Registro fotográfico de la evolución mensual de la lechuga



**Ilustración 16.** Prueba piloto Mes N.1



**Ilustración 17.** Prueba piloto Mes N.2



**Ilustración 18.** Prueba piloto Mes N.3



**Ilustración 19.** Prueba piloto Mes N.4

**Fuente.** Autoras, 2016

Anexo 2. Resultados fisicoquímicos de las mezclas por parte del laboratorio Dr. Calderón.

<b>ANÁLISIS de SUELOS</b>				<b>Fecha de Análisi</b> 2016-01-20				<b>No. Laboratorio</b> AS 78752	
<b>Propietario</b> Jennifer Montoya Quiroga				<b>Fecha de Muestr</b> 2015-12-21				<b>Fecha de Recepc</b> 2016-01-12	
<b>Dirección:</b> Cll 51 D No. 81 I - 38 Sur									
<b>Ciudad:</b> Bogotá									
<b>Cultivo</b> SIN ESPECIFICAR		<b>Variedad</b> NO ESPECIFICADA		<b>Edad</b> 0 No Especificada		<b>Municipio</b> BOGOTÁ CUN			
<b>Finca</b> La Perseverancia				<b>Lote</b> Muestra 1 - 100% Humanaza					
<b>Potasio</b>	meq/100cc	5.13	E	<b>pH</b>	6.85	M	<b>Nro. de Orden</b>	55007	
<b>C.I.C.</b>	meq/100cc	5.00	B	<b>C.O.</b>	%	20.57	A		
				<b>N- Total</b>	%	0.96	A		
				<b>Rel C/N</b>		21.43	A		
				<b>Densidad</b>	g/cc	0.32			
				<b>Fosforo Asimilable</b>	ppm	222			
<b>Asistente Técnico</b>									

**Ilustración 20.** Resultados fisicoquímicos muestra 1. 100% Humanaza

<b>ANÁLISIS de SUELOS</b>				<b>Fecha de Análisi</b> 2016-01-20 <b>No. Laboratorio</b> AS 78753			
<b>Propietario</b> Jennifer Montoya Quiroga				<b>Fecha de Muestr</b> 2015-12-21 <b>Fecha de Recepc</b> 2016-01-12			
<b>Dirección:</b> Cll 51 D No. 81 I - 38 Sur							
<b>Ciudad:</b> Bogotá							
<b>Cultivo</b>		<b>Variedad</b>		<b>Edad</b>		<b>Municipio</b>	
SIN ESPECIFICAR		NO ESPECIFICADA		0 No Especificada		BOGOTÁ CUN	
<b>Finca</b>				<b>Lote</b>			
La Perseverancia				Muestra 2 - 75% Humanaza - 25% Suelo Virgen			
<b>Potasio</b>	meq/100cc	4.59	E	<b>pH</b>	6.29	M	<b>Nro. de Orden</b> 55007
<b>C.I.C.</b>	meq/100cc	7.00	B				
				<b>C.O.</b>	%	20.57	A
				<b>N- Total</b>	%	1.2	A
				<b>Rel C/N</b>		17.14	M
				<b>Densidad</b>	g/cc	0.45	
				<b>Fosforo Asimilable</b>	ppm	212	
<b>Asistente Técnico</b>							

**Ilustración 21.** Resultados fisicoquímicos muestra 2. 75% Humanaza – 25% suelo

<b>ANÁLISIS de SUELOS</b>				<b>Fecha de Análisi</b> 2016-01-20		<b>No. Laboratorio</b> AS 78754	
<b>Propietario</b> Jennifer Montoya Quiroga		<b>Dirección:</b> Cll 51 D No. 81 I - 38 Sur		<b>Fecha de Muestr</b> 2015-12-21		<b>Fecha de Recepc</b> 2016-01-12	
<b>Ciudad:</b> Bogotá							
<b>Cultivo</b> SIN ESPECIFICAR		<b>Variedad</b> NO ESPECIFICADA		<b>Edad</b> 0 No Especificada		<b>Municipio</b> BOGOTÁ CUN	
<b>Finca</b> La Perseverancia				<b>Lote</b> Muestra 3 - 25% Suelo Virgen - 75% Humanaza			
<b>Potasio</b>	meq/100cc	0.98	A	<b>pH</b>	6.51	M	<b>Nro. de Orden</b> 55007
<b>C.I.C.</b>	meq/100cc	6.00	B				
				<b>C.O.</b>	%	7.18	M
				<b>N- Total</b>	%	0.56	M
				<b>Rel C/N</b>		12.82	M
				<b>Densidad</b>	g/cc	0.68	
				<b>Fosforo Asimilable</b>	ppm	146	
<b>Asistente Técnico</b>							

**Ilustración 22.** Resultados fisicoquímicos muestra 3. 25% Humanaza – 75% suelo

<b>ANÁLISIS de SUELOS</b>				<b>Fecha de Análisi</b> 2016-01-20		<b>No. Laboratorio</b> AS 78755	
<b>Propietario</b> Jennifer Montoya Quiroga		<b>Dirección:</b> Cll 51 D No. 81 I - 38 Sur		<b>Fecha de Muestr</b> 2015-12-21		<b>Fecha de Recepc</b> 2016-01-12	
<b>Ciudad:</b> Bogotá							
<b>Cultivo</b> SIN ESPECIFICAR		<b>Variedad</b> NO ESPECIFICADA		<b>Edad</b> 0 No Especificada		<b>Municipio</b> BOGOTÁ CUN	
<b>Finca</b> La Perseverancia				<b>Lote</b> Muestra 4 - 50% Humanaza - 50% Suelo Virgen			
<b>Potasio</b>	meq/100cc	2.13	E	<b>pH</b>	6.79	M	<b>Nro. de Orden</b> 55007
<b>C.I.C.</b>	meq/100cc	8.00	B	<b>C.O.</b>	%	6.62	M
				<b>N- Total</b>	%	0.56	M
				<b>Rel C/N</b>		11.82	M
				<b>Densidad</b>	g/cc	0.84	
				<b>Fosforo Asimilable</b>	ppm	152	
<b>Asistente Técnico</b>							

**Ilustración 23.** Resultados fisicoquímicos muestra 4. 50% Humanaza – 50% suelo

<b>ANÁLISIS de SUELOS</b>				<b>Fecha de Análisi</b> 2016-01-20 <b>No. Laboratorio</b> AS 78756			
<b>Propietario</b> Jennifer Montoya Quiroga				<b>Fecha de Muestr</b> 2015-12-21 <b>Fecha de Recepc</b> 2016-01-12			
<b>Dirección:</b> Cll 51 D No. 81 I - 38 Sur							
<b>Ciudad:</b> Bogotá							
<b>Cultivo</b>		<b>Variedad</b>		<b>Edad</b>		<b>Municipio</b>	
SIN ESPECIFICAR		NO ESPECIFICADA		0 No Especificada		BOGOTÁ CUN	
<b>Finca</b>				<b>Lote</b>			
La Perseverancia				Muestra 5 - 100% Suelo Virgen			
<b>Potasio</b>	meq/100cc	0.40	B	<b>pH</b>	4.01	D	<b>Nro. de Orden</b> 55007
<b>C.I.C.</b>	meq/100cc	5.00	B	<b>C.O.</b>	%	3.1	B
				<b>N- Total</b>	%	0.64	M
				<b>Rel C/N</b>		4.84	D
				<b>Densidad</b>	g/cc	1.15	
				Fosforo Asimilable	ppm	30	
<b>Asistente Técnico</b>							

**Ilustración 24.** Resultados fisicoquímicos muestra 5. 100% humanaza

### Anexo 3. Análisis simple por parte del laboratorio Dr. Calderón



Informe No. 38860  
22-ene.-16

JENNIFER MONTOYA QUIROGA  
FINCA LA PERSEVERANCIA  
LUGAR ESCUELA AGROECOLÓGICA MUTUALITOS Y MUTUALITAS  
SUELO VIRGEN Y ABONO ORGÁNICO  
ANÁLISIS DE SUELOS No. 78752 - 78756  
COMENTARIOS GENERALES

En este informe presentamos los resultados, diagnóstico e interpretación de los análisis de suelos practicados.

Potasio: en la muestra 5 es bajo y en las demás muestras es alto y excesivo.

CIC: en todas las muestras es baja.

Los pH son extremadamente ácido en la muestra 5, ligeramente ácido en las muestras 2 y 3 y casi alcalino en las muestras 4 y 1.

N total: está en niveles medios y altos.

Relación C/N: es baja en la muestra 5 y en las demás muestras son medias y altas.

Fósforo asimilable: en la muestra 5 es bajo y en las demás muestras es medio y alto.

Los porcentajes de carbono orgánico son medios y altos.

A continuación encontrará los formularios con los resultados de los análisis.

Cualquier comentario o inquietud, no duden en consultarnos.


Att,

ÁNGELA CAMELO SALCEDO  
Ingeniera Agrónoma U.N.  
T.P. 21.669

**Ilustración 25.** Informe simple, resultados parámetros fisicoquímicos Labs Dr. Calderón



Anexo 4. Resultados microbiológicos de las plantas por parte del laboratorio Biotrends S.A.S.

F-EC-001 REVISION 02 FECHA DE ACTUALIZACION 01-ENE-2014	CERTIFICADO DE ANALISIS					
CERTIFICADO DE ANALISIS No. M-15-38434						
<b>INFORMACION DEL CLIENTE</b> CLIENTE: MONTOYA QUIROGA JENNYFER NIT/CC: 1026283268-6 DIRECCION: CALLE 51 D N° 81 I - 48 TELEFONO: 3057124498 - 3138537773-4523330 MAIL: jennymq.722@gmail.com CIUDAD: BOGOTA D.C. CONTACTO: JENNYFER MONTOYA QUIROGA CARGO: ADMINISTRATIVO		<b>INFORMACION DE TOMA DE ITEM DE ENSAYO</b> LUGAR DE TOMA DE ITEM: FINCA RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM: Jennyfer Montoya Quiroga FECHA DE TOMA DE ITEM: 2015-11-10 HORA: N.E FECHA DE RECEPCION: 2015-11-10 HORA: 11:00:00 FECHA DE ANALISIS: 2015-11-11 FECHA DE INFORME: 2015-11-19 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE ITEM: ALEATORIO				
IDENTIFICACION DEL ITEM DE ENSAYO						
ITEM DE ENSAYO NO.	IDENTIFICACION		FABRICANTE Y/O PROVEEDOR			
15-38434	LECHUGA		JENNYFER MONTOYA			
PRESENTACION DURANTE LA RECEPCION	CANT. ENTREG.(UN)	FECHA DE PROD	FECHA VENC	LOTE	T. MUESTREO	T. RECEPCION
FRASCO PLASTICO X 200g	1	2015-11-10	N.E	N.E	N.E	20.2°C
OBSERVACIONES						
TABLA DE RESULTADOS						
PARAMETRO	METODO UTILIZADO	RESULTADOS	ESPECIFICACION Invima	CUMPLIMIENTO		
Recuento de Enterococcus sp. (UFC/100cm³)	ISO 7899-2:2000	<10	*	NO APLICA		
Número Más Probable de Coliformes Totales/(g ó cm³)	ISO 4831:2006. Validado	<3	150	SI		
Número Más Probable de Coliformes Fecales/(g ó cm³)	ISO 4831:2006. Validado	<3	<3	SI		
Búsqueda de Salmonella spp. / (25g)	ISO 6579:2002. Validado	Ausente	Ausente	SI		
Búsqueda de Enterococcus faecalis sp. / (25 g)	Ausencia/Presencia	Ausente	*	NO APLICA		
Analizado por: C 22 Revisado por: C 26						
<b>INTERPRETACION DE RESULTADO</b> "EL ITEM DE ENSAYO SI CUMPLE CON LA ESPECIFICACION: Invima -Ensaladas frutas y verduras-"						
Observaciones -Los resultados son validos unicamente para el item analizado.						
BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S.						
REVISO: DIRECTOR TECNICO			APROBO: GERENTE			

Certificado de analisis No. M-1538434 Pagina 1 de 2


Calle 64H No 71D - 31 PBX 4758383 / 7022799 / 2527231 / 2516237 Web. [www.biotrendslab.com](http://www.biotrendslab.com)

## Ilustración 26. Resultados microbiológicos de la planta

Anexo 5.Resultados de Nitrógeno de las lechugas por parte del laboratorio Biotrends S.A.S.

F-EC-001 REVISION 02 FECHA DE ACTUALIZACION 01-ENE-2014		CERTIFICADO DE ANALISIS					
CERTIFICADO DE ANALISIS No. F-15-42839							
<b>INFORMACION DEL CLIENTE</b> CLIENTE: MONTOYA QUIROGA, JENNYFER NIT/CC: 1026283268-6 DIRECCION: CALLE 51 D N° 81 I - 48 TELEFONO: 3057 124498 - 3138537773-4523330 MAIL: jennymq.722@gmail.com CIUDAD: BOGOTA D.C. CONTACTO: JENNYFER MONTOYA QUIROGA CARGO: ADMINISTRATIVO				<b>INFORMACION DE TOMA DE ITEM DE ENSAYO</b> LUGAR DE TOMA DE ITEM: N.E RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM: MONTOYA QUIROGA JENNYFER FECHA DE TOMA DE ITEM: 2015-12-21 HORA: N.E FECHA DE RECEPCION: 2015-12-21 HORA: 11:45:00 FECHA DE ANALISIS: 2015-12-21 FECHA DE INFORME: 2015-12-29 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE ITEM: ALEATORIO			
IDENTIFICACION DEL ITEM DE ENSAYO							
ITEM DE ENSAYO NO.	IDENTIFICACION				FABRICANTE Y/O PROVEEDOR		
15-42839	LECHUGA-100% HUMANAZA-LA PERSEVERANCIA				N.E		
PRESENTACION DURANTE LA RECEPCION	CANT.ENTREG.(UN)	FECHA DE PROD	FECHA VENC	LOTE	T. MUESTREO	T. RECEPCION	
FRASCO PLASTICO X 500g	1	N.E	N.E	N.E	N.E	20.2°C	
OBSERVACIONES							
TABLA DE RESULTADOS							
PARAMETRO	METODO UTILIZADO	RESULTADOS	ESPECIFICACION	CUMPLIMIENTO			
Nitrogeno Total(mg/N/100g)	Kjeldahl	0.34	*	NO APLICA			
Analizado por: C 27 Revisado por: C 27							
<b>INTERPRETACION DE RESULTADO</b> "PARA LOS PARAMETROS SOLICITADOS NO EXISTE NORMA DE COMPARACION"							
Observaciones -Los resultados son validos unicamente para el item analizado. -Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integramente y con autorizacion escrita de BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S -* Parametro no requerido en especificacion -** Parametro no solicitado por el cliente							
BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S.							
REVISO: DIRECTOR TECNICO				APROBO: GERENTE			

**Ilustración 27.** Análisis de Nitrógeno para la lechuga sembrada en 100% humanaza

F-EC-001 REVISION 02 FECHA DE ACTUALIZACION 01-ENE-2014		CERTIFICADO DE ANALISIS					
CERTIFICADO DE ANALISIS No. F-15-42840							
<b>INFORMACION DEL CLIENTE</b> CLIENTE: MONTOYA QUIROGA, JENNYFER NIT/CC: 1026283268-6 DIRECCION: CALLE 51 D N° 81 I - 48 TELEFONO: 3057 124498 - 3138537773-4523330 MAIL: jennymq.722@gmail.com CIUDAD: BOGOTA D.C. CONTACTO: JENNYFER MONTOYA QUIROGA CARGO: ADMINISTRATIVO				<b>INFORMACION DE TOMA DE ITEM DE ENSAYO</b> LUGAR DE TOMA DE ITEM: N.E RESPONSABLE DE TOMA DE ITEM: MONTOYA QUIROGA JENNYFER FECHA DE TOMA DE ITEM: 2015-12-21 HORA: N.E FECHA DE RECEPCION: 2015-12-21 HORA: 11:45:00 FECHA DE ANALISIS: 2015-12-21 FECHA DE INFORME: 2015-12-29 PROCEDIMIENTO DE TOMA DE ITEM: ALEATORIO			
IDENTIFICACION DEL ITEM DE ENSAYO							
ITEM DE ENSAYO NO.	IDENTIFICACION				FABRICANTE Y/O PROVEEDOR		
15-42840	LECHUGA-50% HUMANAZA-50% SUERO-LA PERSEVERANCIA				N.E		
PRESENTACION DURANTE LA RECEPCION	CANT.ENTREG.(UN)	FECHA DE PROD	FECHA VENC	LOTE	T. MUESTREO	T. RECEPCION	
FRASCO PLASTICO X 500g	1	N.E	N.E	N.E	N.E	20.2°C	
OBSERVACIONES							
TABLA DE RESULTADOS							
PARAMETRO	METODO UTILIZADO	RESULTADOS	ESPECIFICACION	CUMPLIMIENTO			
Nitrogeno Total(mg/N/100g)	Kjeldahl	0.42	*	NO APLICA			
Analizado por: C 27 Revisado por: C 27							
<b>INTERPRETACION DE RESULTADO</b> "PARA LOS PARAMETROS SOLICITADOS NO EXISTE NORMA DE COMPARACION"							
Observaciones -Los resultados son validos unicamente para el item analizado. -Este certificado de analisis solo puede ser reproducido integramente y con autorizacion escrita de BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S -* Parametro no requerido en especificacion -** Parametro no solicitado por el cliente							
BIOTRENDS LABORATORIOS S.A.S.							
REVISO: DIRECTOR TECNICO				APROBO: GERENTE			

**Ilustración 28.** Análisis de Nitrógeno para la lechuga sembrada en 50% humanaza – 50% suelo

## Anexo 6. Certificado de calidad de Laboratorios Dr. Calderón

F-RV-001 REVISION 02 FECHA ACTUALIZACION 1-ENERO-2014	OFERTA DE VALOR	
--	-----------------	---

Aprobado Por: Coordinador Administrativo Comercial y/o Director Administrativo Comercial Fecha:2015-11-10

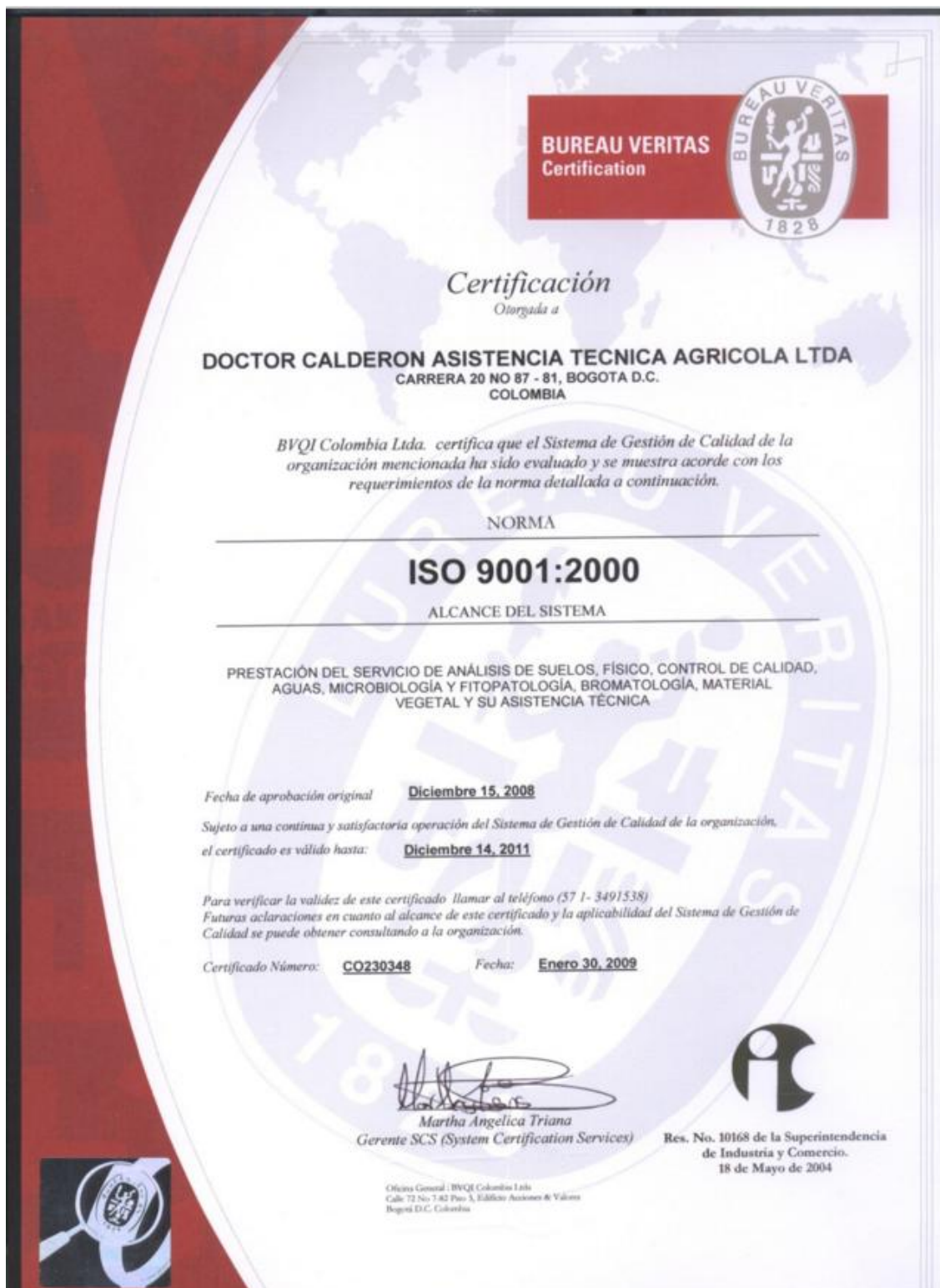


CORDIAL SALUDO  
BIOTRENDS LABORATORIOS

  
Maria Clara Méndez  
Directora Administrativa y Comercial

**Ilustración 29.** Certificado de calidad Laboratorios Biotrends.

## Anexo 7. Certificado de calidad de Laboratorios Dr. Calderón



**Ilustración 30.** Certificado de calidad Labs. Dr. Calderón



Anexo 8. Tabla de evaluación de los parámetros fisicoquímicos con respecto a la normatividad.

**Tabla 20.** Cumplimiento de la normatividad para humanaza

	<b>HUMANAZA</b>	<b>GALLINAZA (NTC2235)</b>		<b>ABONOS ORGÁNICOS (NTC 5167)</b>	<b>PUNTAJE</b>
	<b>(MEZCLA 1)</b>	<i>MÍN</i>	<i>MÁX</i>		
<b>Densidad aparente</b>	0.32	N.A	N.A	MÁX 0.6	2
<b>Carbono orgánico</b>	20.57	52.3		MÍN 15	2
<b>Nitrógeno total</b>	0.96	2.3		MÍN 1	0
<b>Fósforo asimilable</b>	222	2.3		N.A	0
<b>Potasio</b>	5.13	2.3		MÍN 1	3
<b>Relación C/N</b>	21.43		22.6	N.A	1
<b>CIC</b>	5	N.A	N.A	MÍN 30	0
<b>pH</b>	6.85	N.A	N.A	4-9	2
<b>TOTAL</b>					10

**Fuente.** Recopilado por autores

**Tabla 21.** Cumplimiento de la normatividad de la humanaza vs puntaje

Norma cumple	Puntaje
Cumple NTC 2235	1
Cumple NTC 5167	2
Cumple las dos NTC	3

**Fuente.** Recopilado por autores

Anexo 9. Tabla de valores máximos permisibles de parámetros fisicoquímicos por Labs. Dr.  
Calderón.

**VARIOS****TABLA DE NIVELES CRITICOS EN SUELOS**

	DEFICIENTE	BAJO	MEDIO	ALTO	EXCESIVO
pH	4.6	5.4	7	8.2	
Carbón Orgánico %	1	4	16	64	
Fósforo ppm	13	26	156	312	
Potasio me/100 ml	0.16	0.48	0.96	1.94	
Calcio me/100 ml	1.5	6	15	30	
Magnesio me/100 ml	1	2	4	8	
Sodio me/lt E.S	0.2	0.4	4.8	9.6	
Aluminio me/100 ml	0	0.12	0.24	0.48	
Hierro ppm	100	200	800	1200	
Manganeso ppm	15	30	60	120	
Cobre ppm	0.25	0.5	1	4	
Zinc ppm	1	2	5	20	
Boro ppm	0.3	0.6	1.2	1.8	
Azufre ppm	15	30	60	160	
Nitrógeno-NH <sub>4</sub> ppm	6	12	24	48	
Nitrógeno NO <sub>3</sub> ppm	40	80	160	320	
Nitrógeno Tota; %	0.05	0.2	0.8	3.2	
C.I.C. me/100 ml	0	10	20	40	
Saturación Hum. %	10	20	40	80	
C.E. ms/cm	0.5	1	2	4	
Rel C/N	5	10	20	40	
Cloruros; meq/lt.E	1	2	3	5	
C.I.C. Calc. me/100 ml	0	10	20	40	

Nota : Lease Menor Que...

**Ilustración 31.** Valores de evaluación de parámetros fisicoquímicos, por parte de laboratorios Dr. Calderón.

#### Anexo 10. Encuesta sobre la humanaza a los habitantes de La Granja

## ENTREVISTA COMPONENTE SOCIAL HUMANA ZA

**Objetivo:** Conocer que piensan de los habitantes de La Granja Escuela Agroecológica Mutualitos y Mutualitas de utilizar la humanaza como residuo orgánico aprovechable.

1. ¿Sabe usted si la humanaza tiene repercusiones en la salud humana?

Rta// No sabemos, sin embargo la humanaza no presenta olores, parece tierra.

2. ¿Utilizaría la humanaza para cultivar productos que se puedan vender posteriormente?

Rta// Sí la utilizaría, si me sirve para sembrar y puedo fertilizar con ella, no veo por qué no.

3. ¿Conoce de alguien más que utilice la humanaza?

Rta// Sí, he visitado varios sectores rurales aledaños a Bogotá y las personas optaron por tratar las heces fecales, pues las letrinas y los pozos sépticos les traían daños a sus terrenos, además encontraron un fertilizante natural.

4. ¿Cree usted que las personas le comprarían productos si saben que fueron cultivados con humanaza?

Rta// Las personas son muy escépticas con eso, y siempre piden estudios científicos, si existieran esos estudios y se pudiera garantizar que no hay daños en la salud de las personas, no creo que tuvieran problema, pues compran productos sembrados con residuos fecales de caballo, gallina y hasta cerdo.

5. ¿Hace cuánto utiliza la humanaza?

Rta// Desde hace como dos años, cuando vi que se podía implementar un baño seco y estaba cansada de disponerla en cualquier lado decidí usarla para La Granja.

6. ¿Cada cuánto utiliza la humanaza?

Rta// La utilizo cada año cuando está lista y sin olores, generalmente en cultivos de especias.

7. ¿Qué piensa de la humanaza como residuo orgánico aprovechable?

Rta// Espectacular, pienso que la gente debería poder reutilizar todos sus residuos, así no se generarían problemas en el medio ambiente, además el sector rural está necesitado de inventos que proporcionen ayudas para mejorar la calidad de vida.